

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA - POSGRAP  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGeo

**RISCO AMBIENTAL E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO EM  
GARANHUNS - PE**

Discente: Felipe Pessoa de Melo

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosemeri Melo e Souza**

Linha de Pesquisa: Dinâmica Ambiental

Felippe Pessoa de Melo

## **RISCO AMBIENTAL E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO EM GARANHUNS - PE**

Tese de Doutorado, submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGeo da Universidade Federal de Sergipe - UFS, sob orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosemeri Melo e Souza para Obtenção do Título de Doutor em Geografia.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA - POSGRAP  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGeo

Felippe Pessoa de Melo

Risco Ambiental e Ordenamento do Território em Garanhuns - PE

**Tese de Doutorado em Geografia**

Banca Examinadora:

---

Dr<sup>a</sup>. Rosemeri Melo e Souza  
**Orientadora**  
Universidade Federal de Sergipe - UFS

---

Dr. José Antônio Pacheco de Almeida  
**Membro Interno**  
Universidade Federal de Sergipe - UFS



---

Dr. Lúcio José Sobral da Cunha  
**Membro Externo**  
Universidade de Coimbra - UC

---

Dr<sup>a</sup>. Anézia Maria Fonsêca Barbosa  
**Membro Externo**  
Universidade Federal de Sergipe - UFS

---

Dr. Cristiano Aprígio dos Santos  
**Membro Externo**  
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Cidade Universitária, Professor José Aloísio de Campos  
São Cristóvão - SE  
09 de agosto de 2016

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

M528r MELO, Felipe Pessoa de  
Risco ambiental e ordenamento do território em  
Garanhuns-PE / Felipe Pessoa de Melo; orientadora  
Rosemeri Melo e Souza. - São Cristóvão, 2016.  
248 f. : il.

Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal  
de Sergipe, 2016.

1. Geografia humana. 2. Territorialidade humana -  
Garanhuns (PE). 3. Avaliação de riscos ambientais -  
Sensoriamento remoto - Sistemas de informações  
geográficas. I. Souza, Rosemeri Melo e, orient. II. Título.

CDU 911.37:502.15 (813.4)



## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	I
RESUMO.....	II
ABSTRACT .....	III
RESUMEN .....	IV
SIGLAS .....	V
FIGURAS .....	VII
GRÁFICOS.....	XI
TABELAS .....	XI
QUADROS .....	XIII
FLUXOGRAMAS.....	XIV
INTRODUÇÃO .....	22
OBJETIVOS.....	27
Geral.....	27
Específicos .....	27
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	28
1.1 Análise da Paisagem .....	28
1.2 Crescimento Urbano Brasileiro: breve histórico sobre suas origens e consequências .....	42
1.3 Risco .....	47
1.3.1 Vulnerabilidade .....	53
1.4 Ordenamento Territorial .....	56
1.5 Geotecnologias .....	62
1.5.1 Cartografia .....	62
1.5.2 Sensoriamento Remoto .....	65

1.5.3 Sistemas de Informações Geográficas - SIGs .....	72
1.5.4 Geoestatística .....	76
CAPÍTULO 2: MATERIAIS E MÉTODO .....	80
2.1 Concepções Metodológicas Balizadoras .....	80
2.1.1 Pesquisa Bibliográfica.....	83
2.1.2 Dados Vetoriais e Matriciais .....	84
2.1.3 Estrutura dos Sistemas de Informações Geográficas - SIGs.....	85
2.1.4 Tratamento Primário dos Dados .....	88
2.1.5 Confeção de Bancos de Dados.....	91
2.2 Campo .....	95
CAPÍTULO 3: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	97
3.1 Localização .....	97
3.2 Breve Histórico da Formação do Espaço Geográfico .....	99
3.2.1 Estruturação do Território Pernambucano .....	99
3.2.2 Composição Territorial de Garanhuns .....	100
3.2.3 Formação dos Primeiros Bairros.....	104
3.2.4 Principais Ciclos Econômicos .....	106
3.3 Síntese das Características Socioeconômicas .....	108
3.4 Aspectos Fisiográficos .....	110
3.4.1 Geologia .....	110
3.4.2 Geomorfologia .....	119
3.4.3 Hidrografia .....	127
3.4.4 Clima, Cobertura Vegetal e Solo.....	133
CAPÍTULO 4: ESPAÇO GEOGRÁFICO E ORDENAMENTO TERRITORIAL .....	141
4.1 Crescimento Urbano Desordenado.....	141
4.1.2 Albedo dos Alvos .....	162

4.1.3 Termodinâmica da Superfície .....	177
4.1.4 Inter-relações entre Albedo e Temperatura Superficial dos Alvos .....	191
4.1.5 Eventos Pluviométricos Atípicos e suas Inter-relações com o Modelo de Uso e Ocupação do Solo .....	202
CAPÍTULO 5: USOS E CONTRA-USOS DA PRODUÇÃO DE ÁREAS DE RISCO URBANO .....	210
5.1 Atividades Agrárias de Subsistência nas Encostas e Fundo de Vales no Perímetro Urbano.....	210
5.1.2 Descarte de Resíduos Sólidos e Efluentes nas Encostas e suas Consequências .....	213
5.2 Áreas de Risco.....	217
5.2.1 Mapeamento das Áreas a Movimentos de Massas .....	218
5.3 Mapeamento Geomorfológico Balizado pela Classificação Taxonômica de ROSS (1985).....	229
5.3.1 Unidade Morfoestrutural.....	229
5.3.2 Unidades Morfoesculturais e Padrões de Formas Semelhantes do Relevo	232
CONCLUSÕES .....	235
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	237

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por todas as bênçãos que ele me concedeu!

A minha família que sempre esteve presente, me dando forças para seguir adiante com essa jornada acadêmica.

Aos professores(as) do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias Sedimentares (PGAB), por terem, ao seu modo, contribuído de forma direta ou indireta no meu processo de formação/maturação acadêmica.

A Prefeitura Municipal de Garanhuns - PE e ao Governo do Estado de Alagoas, que concederam minha licença para aperfeiçoamento profissional.

Aos meus professores(as) da Universidade de Pernambuco - UPE, Denize Tomaz de Aquino, Maria Betânia Moreira Amador, José Carlos Guedes e Carlos Roberto Cruz Ubirajara.

A professora Crisna Teodorico dos Santos, por ter contribuído para minha formação profissional e pessoal através de seus ensinamentos em nosso período de convivência no Programa Especial de Graduação em Pedagogia - PROGAPE, Ao Grupo de Pesquisa em Geoecologia e Planejamento Territorial - GEOPLAN.

Aos professores Lucivânio Jatobá, Jurandyr Luciano Sanches Ross, Antonio José Teixeira Guerra e Marcello Martinelli, pela valorosa contribuição para o processo de maturação das pesquisas do presente trabalho.

A professora Anízia Conceição Cabral de Assunção Oliveira do Instituto Federal da Bahia - IFBA.

A querida amiga Sandra Sales, a qual compartilhei excelentes momentos em minha jornada como professor da Educação Básica.

Em especial ao professor José Antônio Pacheco de Almeida e a professora Rosemeri Melo e Souza, pela oportunidade dada a mim. Sempre que tenho a oportunidade de expressar, enfatizo a todos (as) que eles mudaram minha vida. Não existe um adjetivo para mensurar o que fizeram por mim. Serei eternamente grato!

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar os riscos geoambientais e suas relações com o ordenamento territorial em Garanhuns - PE. A área em questão, com o transcorrer das décadas, passou por intrínsecas transformações na sua dinâmica socioespacial e ambiental, tendo como divisor de águas a política nacional de erradicação do café em áreas consideradas com baixa produtividade, implantada pelo então Instituto Brasileiro do Café (IBC) em 1965. A ruptura do modelo de produção do campo de agrícola para pecuarista, desencadeou dois fenômenos de imediato e em duas frentes. No campo, estimulou a remoção das coberturas vegetais remanescentes para maximização dos pastos, logo o modelo implantado foi pecuarista (leiteiro/extensivo), o que também causou deslocamento de contingentes populacionais para zona urbana, já que a mão de obra do agricultor foi substituída pela do vaqueiro. Na poligonal urbana e suas adjacências ocorreu um incremento populacional abrupto, com ênfase para os limites periurbanos em sua maioria situados nas encostas dos vales, os quais apresentam uma elevada amplitude topográfica e uma suscetibilidade natural a movimentos de massas. A tríade ordenamento territorial, fugaz ruptura do modelo econômico e acelerada maximização do perímetro urbano, configurou um cenário geoambiental desequilibrado, o qual coloca em risco a população, principalmente os habitantes que estão assentados nas encostas e fundos de vales. Para subsidiar a análise, interpretação e confecção dos produtos cartográficos pertinentes à temática, a presente pesquisa além de realizar um levantamento do estado da arte para problemática supracitada, foi subsidiada pelas geotecnologias do sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (SIGs), usando uma diversificada base de dados geoespaciais. Ciente de que os procedimentos geoestatísticos são de suma importância para a interpolação das informações em um banco de dados (BD), optou-se por utilizar a krigagem devido suas características possibilísticas, ou seja, os valores máximos e mínimos adicionados no BD são extrapolados, operacionalizando o procedimento de estimativa de possíveis realidades futuras e pretéritas, e de reconstituição de cenários atuais.

**Palavras-chave:** ordenamento territorial, risco, geotecnologias.

## ABSTRACT

This study aims to analyze geoenvironmental risks and their relation to spatial planning in Garanhuns - PE. The area in question has gone through intrinsic changes over the decades in its socio-spatial and environmental dynamics, emphasized by the national policy of coffee eradication in areas considered as low productivity, introduced by the then Instituto Brasileiro de Café (IBC) [Brazilian Coffee Institute] in 1965. Disruption of the field production model from agricultural to animal husbandry, immediately unleashed two phenomena on two fronts. In the field, it stimulated removal of the remaining vegetation cover to maximize pastures, therefore the implanted model was focused on animal husbandry (dairy / extensive), which also caused displacement of population groups to urban areas, since the farmer's own labor was replaced by the cowherd. In the urban area and its surroundings a sharp increase in population occurred, with emphasis on the peri-urban boundaries mostly situated on the slopes of the valleys, which have a high topographic amplitude and natural susceptibility to mass movements. The triad, spatial planning, fleeting disruption of the economical model and accelerated maximization of the urban perimeter, configured an unbalanced geoenvironmental scenario, endangering the population, especially the people who settled on the slopes and valley bottoms. To subsidize the analysis, interpretation and preparation of cartographic products relevant to the topic, this research besides conducting a survey of the state of the art of the aforementioned problems, was subsidized by geotechnologies from remote sensing and geographic information systems (GIS), using a diversified base of geospatial data. Aware that the geostatistical procedures are of paramount importance to interpolation of the information in a database (DB), kriging was chosen to be used due to its possibilistic characteristics, in other words, the maximum and minimum values added in the database are extrapolated, operationalizing the procedure of estimating possible future and past realities, and of reconstitution of current scenarios.

**Keywords:** spatial planning, risk, geotechnologies.

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo analizar los riesgos geo-ambientales y sus relaciones con la planificación del uso del suelo en Garanhuns - PE. El área en cuestión, con el transcurso de las décadas, ha experimentado cambios intrínsecos en su dinámica socio-espaciales y ambientales, tiene como el divisor de las aguas la política nacional de erradicación del café en zonas consideradas de baja productividad, implementado por el entonces Instituto Brasileño del Café (IBC) en 1965. La ruptura del modelo de producción del campo agrícola para ganadero, partió dos fenómenos de inmediato y en dos frentes. En el campo, que estimula la eliminación de la cubierta vegetal restante para maximizar los pastos, entonces el modelo implantado era ganaderista (lácteos/extensa), lo que también causó el desplazamiento de grupos de población en las zonas urbanas, ya que el trabajo del agricultor fue sustituido por vaquero. En la poligonal urbana y sus cercanías ocurrir un abrupto crecimiento de la población, con énfasis en los límites de la periferia urbana en su mayoría situados en las laderas de los valles, los cuales tienen una amplitud topográfica alta y la susceptibilidad natural de los movimientos de masas. La tríada de planificación espacial, la quiebra del modelo económico y acelerado maximizar el perímetro urbano, creó un escenario geoambiental desequilibrado, que pone en peligro a la población, especialmente las personas que se sientan en las laderas y fondos de los valles. Para apoyar el análisis, interpretación y elaboración de productos cartográficos relacionados con el tema, esta investigación, además de la realización de un levantamiento sobre el estado de la arte para problemas anteriores, fue apoyada por geotecnologías de información de detección geográficas (SIG), utilizando una diversificada base de datos geoespaciales. Consciente de que los procedimientos geoestadísticos son muy importantes para la interpolación de las informaciones en una base de datos (BD), se decidió utilizar el krigagem debido a sus características posibilísticas, es decir, los valores máximo y mínimo añadido en la BD se extrapolan, puesta en práctica del procedimiento de estimación del posible futuro y pretérito de los escenarios actuales de la reconstitución.

**Palabras-clave:** planificación territorial, riesgo, geotécnica.

## SIGLAS

AD DIPER.....	Agência de Desenvolvimento de Pernambuco
ANA.....	Agência Nacional das Águas
ASTER.....	<i>Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer</i>
BD.....	Banco de Dados
BDG.....	Banco de Dados Geográficos
CPRH.....	Agência Estadual de Meio Ambiente
CPRM.....	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EC.....	Equatorial Continental
EDC.....	Borda Impulsionada de Convecção
FIAM.....	Fundação do Desenvolvimento Municipal do Interior
FIG.....	Festival de Inverno de Garanhuns
FPA.....	Frente Polar Atlântica
GPS.....	<i>Global Positioning System</i>
IBC.....	Instituto Brasileiro do Café
IBGE.....	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE.....	Infraestrutura de Dados Espaciais
IDH.....	Índice de Desenvolvimento Humano
INCRA.....	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET.....	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE.....	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPT.....	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
MCid.....	Ministério das Cidades
MDE.....	Modelo Digital de Elevação
mEC.....	Massa de Ar Equatorial Continental



MIN.....	Ministério da Integração Nacional
NASA.....	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
PDI.....	Processamento Digital de Imagem
PIB.....	Produto Interno Bruto
PNPDEC.....	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNUD.....	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
REM.....	Radiação Eletromagnética
SAD.....	<i>South American Datum</i>
SCN.....	Sistema Cartográfico Nacional
SGB.....	Sistema Geodésico Brasileiro
SGBD.....	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SIRGAS.....	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SIG.....	Sistema de Informação Geográfica
SPRING.....	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
SRHE.....	Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos
SSA.....	Sistema de Superfície Atmosférica
TCE.....	Tribunal de Contas do Estado
TDI.....	Tratamento Digital de Imagem
Tst.....	Temperatura da Superfície Terrestre
TK.....	Tépida Kalahariana
UTM.....	Universal Transversa de Mercator
WGS.....	<i>World Geodetic System</i>
ZCIT.....	Zona de Convergência Intertropical

## FIGURAS

01 - Localização da área de estudo .....	98
02 - Desmembramento territorial de Garanhuns .....	103
03 - Microrregião de Garanhuns.....	109
04 - Características geológicas da província da Borborema .....	112
05 - Complexos geológicos .....	113
06 - Complexos geológicos nos limites municipais .....	116
07 - Localização dos recursos minerais mais relevantes .....	118
08 - Unidades geomorfológicas da poligonal da província da Borborema.....	121
09 - Classes hipsométricas da poligonal municipal .....	126
10 - Sistema hidrográfico.....	128
11 - Bacia hidrográfica do rio Mundaú.....	130
12 - Deslizamento das encostas do rio Mundaú.....	131
13 - Dique artificial no rio Mundaú .....	131
14 - Sistema climático, conforme a concepção de Köppen.....	137
15 - Práticas agrícolas nas encostas do vale da Liberdade .....	139
16 - Solo exposto com a presença de sulcos .....	140
17 - 3D do modelado do sítio urbano .....	142
18 - Evolução temporal de ocupação do sítio urbano de 1982 a 2010.....	146
19 - Suscetibilidade a ocupação urbana em 1982.....	153
20 - Suscetibilidade a ocupação urbana em 1995.....	154
21 - Suscetibilidade a ocupação urbana em 2010.....	155
22 - Suscetibilidade a ocupação urbana em 2020.....	156
23 - Suscetibilidade a ocupação urbana em 2028.....	157
24 - Crescimento urbano no sentido das encostas .....	159
25 - Crescimento urbano em vertentes mais suaves.....	159

26 - Obra de esgotamento sanitário, realizada pelo governo estadual com aval municipal - fluxo hídrico direcionado para encosta.....	160
27 - Albedo da área de estudo em 1987 .....	165
28 - Uso e ocupação do solo em 1987 .....	166
29 - Albedo da área de estudo em 2001 .....	168
30 - Uso e Ocupação do solo em 2001 .....	169
31 - Albedo da área de estudo em 2010 .....	172
32 - Uso e ocupação do solo em 2010.....	173
33 - Termodinâmica da superfície de Garanhuns em 1987.....	180
34 - Termodinâmica da superfície de Garanhuns em 2001.....	184
35 - Termodinâmica da superfície de Garanhuns em 2010.....	188
36 - A, isotermas de Garanhuns e adjacências em 1987; B, reflectância de Garanhuns e recôncavos em 1987 .....	196
37 - A, isotermas de Garanhuns e adjacências em 2001; B, reflectância de Garanhuns e recôncavos em 2001 .....	199
38 - A, isotermas de Garanhuns e adjacências em 2010; B, reflectância de Garanhuns e recôncavos em 2010 .....	201
39 - Vertente sobrecarregada pela fixação de residências.....	208
40 - Corte retilíneo na base da encosta.....	208
41 - Atividades agrárias de subsistência em encostas e fundos de vales.....	211
42 - Direcionamento de fluxo hídrico para vertente .....	215
43 - Modelo do grau de suscetibilidade a movimentos de massas e/ou seus efeitos diretos.....	221
44 - Pecuária extensiva utilizando fonte de água que sofre com a descarga de dejetos residenciais líquidos.....	222
45 - Modelo de suscetibilidade a contaminação hídrica no perímetro urbano e adjacências .....	227
46 - Sobreposição dos bairros no 3D da área de estudo .....	230

47 - Perfil topográfico longitudinal (A/B) .....	231
48 - Perfil topográfico longitudinal (C/D) .....	231
49 - Perfil topográfico longitudinal (E/F) .....	232
50 - Unidade morfoescultural do Morro do Magano .....	232
51 - Unidade morfoescultural Dom Helder Câmara .....	233
52 - Unidade morfoescultural Boa Vista .....	234

## GRÁFICOS

01 - Dinâmica populacional .....	144
02 - Dinâmica do Crescimento Urbano de 1982 a 2010.....	151
03 - Uso e Ocupação do Solo em 1987.....	175
04 - Uso e Ocupação do Solo em 2001.....	175
05 - Uso e Ocupação do Solo em 2010.....	176
06 - Distribuição espacial da termodinâmica da superfície dos alvos em 1987.....	183
07 - Distribuição espacial da termodinâmica da superfície dos alvos em 2001.....	187
08 - Distribuição espacial da termodinâmica da superfície dos alvos em 2010.....	190
09 - Sistema pluviométrico de 1964 a 2010 .....	203
10 - Sistema pluviométrico em 1988 .....	204
11 - Sistema pluviométrico em 1998 .....	205
12 - Sistema pluviométrico em 2010 .....	206

## TABELAS

01 - Produção agrícola municipal .....	110
02 - Rebanho municipal.....	110
03 - Dinâmica da paisagem.....	143
04 - Dinâmica da paisagem, processos intempéricos .....	149
05 - Uso e ocupação do solo.....	150
06 - Especificações técnicas do satélite Landsat 5 .....	163
07 - Especificações técnicas do satélite Landsat 3 .....	163
08 - Chave de interpretação dos albedos: 1987, 2001 e 2010 .....	164
09 - Albedo da área de estudo em 1987 .....	167
10 - Albedo da área de estudo em 2001 .....	170
11 - Albedo da área de estudo em 2010 .....	174
12 - Parâmetros para correção radiométrica de imagens Landsat 5 .....	178
13 - Termodinâmica da superfície da área de estudo em 1987 .....	179
14 - Distribuição espacial das classes termais em 1987 .....	181
15 - Termodinâmica da superfície da área de estudo em 2001 .....	185
16 - Termodinâmica da superfície da área de estudo em 2010 .....	187
17 - Matriz de espacialização do perímetro urbano de Garanhuns .....	193
18 - Matriz de espacialização da zona rural de Garanhuns.....	193
19 - Força atuante no cisalhamento .....	207
20 - Relações entre os processos de uso e ocupação do solo e os fenômenos erosivos nos bairros Dom Helder Câmara e Dom Thiago Póstma .....	223
21 - Relações entre os processos de uso e ocupação do solo e os fenômenos erosivos nos bairros José Maria Dourado e Magano .....	224
22 - Relações entre os processos de uso e ocupação do solo e os fenômenos erosivos nos bairros Santo Antônio e Heliópolis .....	225

23 - Relações entre os processos de uso e ocupação do solo e os fenômenos erosivos nos bairros Francisco Figueira e Severiano Morais Filho .....	226
--	-----

## QUADROS

01 - Estações de referência do SIRGAS 2000 e suas coordenadas cartesianas.....	89
02 - Estações de referência do SIRGAS 2000 e suas coordenadas geodésicas.....	90
03 - Exemplos de análise espacial em um BD de um SIG .....	93
04 - Espacialização dos pares de coordenadas e suas características.....	96



## FLUXOGRAMAS

01 - Sequência operacional.....	80
---------------------------------	----

## INTRODUÇÃO

Desde seus primórdios o homem vem realizando alterações na paisagem para que ela venha a lhe proporcionar mais conforto, segurança, alimentos, ou seja, realizando ajustes em seus elementos para satisfazer suas necessidades. Com o transcorrer dos séculos, as tecnologias que possibilitavam a maximização das ações antropogênicas foram se tornando cada vez mais eficientes, sendo capazes de realizar as mesmas intervenções e/ou transformações mais complexas em intervalos temporais cada vez menores. Dinâmica socioespacial, econômica e ambiental essa que de imediato aparentava suprir os problemas antrópicos, não sendo levados em consideração os possíveis reflexos dessas ações no cenário geoambiental.

A omissão e/ou displicência em relação ao tempo necessário para que a natureza se recuperasse dos referidos impactos antrópicos, desencadeou uma projeção geométrica de intervenções no meio, tendo como consequências modificações incisivas em sua dinâmica, que mais tarde viriam a afetar o homem de forma latente, colocando-o em eminente estado de risco, inclusive de continuidade da espécie, deve-se reforçar que a população mundial já ultrapassou os 7 bilhões de habitantes, ou seja, cada vez existem mais pessoas e menos recursos naturais.

De acordo com Cavalcanti (2014), não existe um consenso teórico e metodológico entre os pesquisadores para o conceito de paisagem, sendo comum fracionar essa categoria de análise geográfica em natural e cultural. A primeira entende que a paisagem é constituída por elementos da natureza que não sofreram intervenções antrópicas; já na segunda é formada pelos mais distintos elementos da natureza, entretendo com evidente atuação antrópica sobre eles.

Adjetivar a paisagem em natural ou cultural, dar a entender, ou até mesmo induz os leitores e/ou pesquisadores para formação de um senso comum de que o homem não é um elemento da natureza. O que se configura como uma disparidade teórica e metodológica, já que o homem é um elemento biótico terrestre, fruto da evolução dos macacos. Pelo menos do ponto de vista científico mais difundido e aceito pela comunidade acadêmica. Deste jeito, ele não pode ser considerado como um elemento atípico da dinâmica natural.

Portanto, o presente trabalho entende/compreende a paisagem de modo integrado e síncrono, entre os seus mais variados elementos, sejam eles bióticos ou abióticos.

A paisagem é resultante da integração de um conjunto de elementos litológicos, climáticos, geomorfológicos, biológicos e interferências socioeconômicas políticas e culturais, sendo resultantes de ininterruptas transformações, de ordem antropogênica e/ou por agentes naturais (RESENDE; SOUZA, 2009).

É claro e evidente que toda área apresenta uma suscetibilidade natural aos agentes intempéricos (erodibilidade) e que as sociedades têm que realizar modificações na natureza para que a mesma venha a suprir suas necessidades, entretanto essas intervenções devem ser realizadas em consonância com os demais elementos constituintes do referido cenário. Mitigando ao máximo as agressões ao meio (erosividade), o que, por conseguinte, maximiza a qualidade de vida das sociedades e possibilita a continuidade e/ou manutenção dos mais distintos habitats.

Erodibilidade é aquilo que já é frágil por princípio, já erosividade refere-se aos processos que agredem os objetos e/ou cenários que possuem fragilidades intrínsecas. A erosividade acentua a degradação de setores de um território, sujeitos localmente a uma marcante erodibilidade (AB' SÁBER, 2006).

Outra categoria de análise abordada no referido material, que se faz necessário enfatizar, é a de risco. Há problemas semelhantes à da categoria paisagem, isto é, do ponto de vista da falta de consenso teórico e metodológico para sua definição. Sendo entendido ou concebido conforme a formação intelectual do pesquisador, o que enriquece o debate, mas, confunde os leitores, tendo em vista que, o mesmo fenômeno pode ser destrinchado em subcategorias distintas.

Veyret; Richemond (2013), contribuem para essa problemática quando enfatiza que o risco é fruto de um contexto no qual o homem está inserido, trazendo consigo a sua percepção em relação a ela, de forma que o que é percebido por uma sociedade pode não ser por outra.

No caso do ordenamento territorial, o eixo balizador da presente pesquisa é que o processo de hierarquização e distribuição dos arranjos espaciais é o resultante tanto do sistema econômico em vigor, como de fenômenos socioespaciais

que precedem o presente modelo econômico. Ficando em consonância com o pensamento de Poletto (2008).

Salientados esses conceitos-chave, faz-se necessário explanar o papel da inversão dos assentamentos populacionais nacionais e suas consequências. Conforme Santos (1993), até a década de 40 a população brasileira era predominantemente rural, já na década de 80 ocorre o reverso. Estando esse fenômeno associado à ruptura do modelo econômico agroexportador para o industrial.

O deslocamento de grandes fluxos populacionais para as áreas de concentração industrial, provoca uma fugaz ruptura dos cotidianos das cidades e zonas rurais, ao passo que, uma se esvaziava, outra recebia novas levas de habitantes, mas sem passar primeiro por melhorias em sua infraestrutura. Adicionando a isso, o fato de que em sua maioria os oriundos do campo não possuíam instrução necessária para trabalhar nas fábricas e que o mercado estava com excesso de mão de obra, cria-se o cenário perfeito para exploração dos trabalhadores.

Realizando um *link* do contexto supracitado com a área de estudo, a redistribuição socioespacial encontra-se inserida nessa escala temporal, tendo como marco a política de erradicação do café em áreas consideradas com baixa produtividade, implantada pelo Instituto Brasileiro do Café - IBC em 1965.

O Governo Federal, através do IBC, realizou no município de Garanhuns - PE a erradicação do café em detrimento à implantação de atividades ligadas à pecuária, principalmente à leiteira. Não levando em consideração que a atividade cafeeira municipal era feita de forma quase artesanal, de maneira a exigir grandes contingentes de mão de obra para colheita, quantidades significativas de trabalhadores para manutenção dos cafezais ao longo do ano. Além do fato da maioria dos trabalhadores rurais terem permissão de cultivar pequenos roçados nas terras de seus empregadores, atividade para complemento de renda familiar. Perfil socioespacial e econômico rompido com a introdução do gado. Logo, a figura do agricultor não se fazia mais necessária para o novo ciclo econômico, surgindo assim a presença marcante do vaqueiro, embora em quantidades bem mais reduzidas.

Tem nesse momento histórico um cenário de repulsão do homem no campo e desmatamento das coberturas vegetais remanescentes para maximização das pastagens e inchaço do sítio urbano municipal. Os expropriados não tinham renda suficiente para fixação de moradias em áreas mais bem localizadas, logo passaram a residir nas adjacências da poligonal urbana, ou seja, nas encostas dos vales. Nestas, passaram a desenvolver atividades de subsistência, principalmente a agricultura familiar, utilizando como fonte permanente de água os fluxos hídricos das residências situadas em patamares topográficos mais elevados. A priori, esse cenário não chamou atenção, mas com o transcorrer das décadas a malha urbana municipal continuou se expandido até entrar em contato latente com essas comunidades. Tendo em vista que elas estavam situadas em zonas de expansão municipal, passaram a ser objetos de interesses, tendo seus problemas mais evidenciados. Dentre eles destaca-se a maximização do risco de deslizamentos, por causa de ações nas encostas como: descarte permanente de fluxo hídrico residencial e das chuvas, cortes para maximização e/ou aterramento, prática de atividades agrícolas, descarte de resíduos sólidos residenciais, entre outras.

Sendo assim o presente trabalho tem como objetivo analisar os riscos ambientais e suas relações com o ordenamento territorial em Garanhuns - PE. Para tanto, será balizado pelas concepções supramencionadas e pelas geotecnologias do sensoriamento remoto e SIG. Tendo em vista que as referidas tecnologias possibilitam a realização de análises multitemporais dos fenômenos físicos, ocorridos na área de estudo, viabilizando a mensuração/estimativa e modelagem dos dados geoespaciais, permitindo a confecção de produtos cartográficos de múltiplas escalas. Dentre esses fenômenos sobressaem: temperatura, albedo/reflectância, radiância, impermeabilização e degradação dos solos, movimentos de massas, espacialização dos alvos e fluxo hídrico superficial. A paisagem não é estática. Está em constante processo de transformação e troca de energias, dinâmica ocorrida em múltiplas escalas temporais e de transformação, contexto que dificulta sua percepção por parte do homem, de forma que as transformações mais fugazes e de maior grau de impacto em curto espaço de tempo são as mais bem evidenciadas. Dentre elas destacam-se: deslizamentos, desmoronamentos, formação de voçorocas, mudança nos padrões de absorção e retenção dos corpos hídricos, enchentes e desconforto termal.

Sendo assim, as informações primárias e secundárias provenientes das geotecnologias, possibilitam análises desses fenômenos, de suas inter-relações e de resultantes nos ambientes, através das análises das informações contidas no(s) banco(s) e/ou dos produtos cartográficos temáticos. Fornecendo dados imprescindíveis para implantação e/ou gestão do processo de uso e ocupação do solo, otimizando a seguridade social e ambiental, ou seja, mitigando o risco geoambiental. Deve-se deixar bem evidenciado/enfatizado que a partir do momento que o homem passar a fazer parte de um determinado ambiente, seja de forma direta ou indireta, o risco passa a existir, independentemente de sua escala. Dessa maneira é um contrassenso teórico conceber um ambiente o qual o homem e/ou suas ações estão presentes sem o risco, o qual pode ser estimado, monitorado e mitigado e não extinguido. Na referida área de estudo os riscos geoambientais relacionados aos movimentos de massas nas encostas têm uma maior conotação.

Segundo Fitz (2008), apesar de esquecida por vários geógrafos, uma das ferramentas mais associadas à figura desses profissionais, sem dúvida alguma, é o mapa. Entrementes, novas tecnologias vão se sobrepondo ao seu uso, configurando ao técnico um expressivo e poderoso instrumento para seu trabalho. Essa percepção compreende as chamadas geotecnologias como as aliadas mais representativas contidas nesse cabedal.

Vários são os elementos causadores da degradação do solo, atuando de maneira direta ou indireta, mas quase sempre a maioria de terras degradadas inicia esse processo com o desmatamento, que pode ser seguido de diversas formas de ocupação desordenada como: corte de taludes para construção de casas, rodovias e ferrovias, agricultura, com o uso da queimada, diversos tipos de mineração, irrigação excessiva, crescimento desordenado das cidades, superpastoreio, uso do solo para diversos tipos de despejos industriais e domésticos, sem tratamento da área que recebe esses despejos; enfim, de uma forma ou de outra, os solos tornam-se degradados, sendo muitas vezes difícil, ou quase impossível, a recuperação (FULLEN; CATT, 2004, ARAÚJO et al., 2009 apud GUERRA, 2014, p.26-27).

## OBJETIVOS

### Geral

- Analisar os riscos ambientais e suas relações com o ordenamento territorial em Garanhuns - PE.

### Específicos

- Compreender as consequências ambientais da política federal de erradicação do café implantada no território garanhuense através do IBC em 1965;
- Analisar a questão da materialização do risco na poligonal municipal, a partir da interpolação das variáveis físicas com o processo de assentamento e maximização da área urbana;
- Confeccionar um modelo de estimativa do risco de deslizamentos de encostas;
- Atualizar a base cartográfica municipal (geomorfológica), alicerçado pelo método de taxonomia do relevo de ROSS (1985);
- Mapear as áreas mais suscetíveis aos riscos ambientais no município, por classes temáticas.

## CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.1 Análise da Paisagem

O termo paisagem é normalmente utilizado para descrever de forma rápida e fracionada um segmento da superfície terrestre, não levando em consideração as interpolações entre os diversos elementos que a constituem/integram. Sendo adjetivada por uma característica marcante, escolhida conforme a percepção do sujeito a interpretá-la. O processo de adjetivação, que a princípio parece simples, implica em diversos problemas teóricos metodológicos. Logo, ao escolher uma peculiaridade paisagística, sem levar em consideração a dinâmica existente entre os elementos que a constituem, materializa-se uma análise unidimensional, portanto desintegrada.

Até mesmo nos estudos de caráter geográfico existe um grande emaranhado conceitual/analítico, que implica em diferentes apreciações de um mesmo recorte espacial e na mesma escala temporal. Problema que implica uma subdivisão da Ciência Geográfica em dois campos principais: físico e humano.

O estudo das paisagens é complexo até mesmo para aqueles que tentam realizar uma análise integrada. Pois umas das primeiras ações no desenvolvimento de uma pesquisa geográfica são as realizações dos recortes temporais e espaciais. De forma que os fenômenos geoespaciais são comprometidos devido à criação de uma fronteira espacial/cronológica oriunda de concepção teórica de quem a interpreta. A fragmentação ou desconsideração dinâmica espacial resulta em respostas distorcidas.

Troll (1950), salientou que o pensamento geográfico tinha uma tendência à síntese. Ao definir a geografia como a ciência que aborda os fenômenos da superfície terrestre (litosfera, hidrosfera e atmosfera) em suas distintas configurações e intercâmbios funcionais. A síntese da geografia é a observação desses fenômenos e suas convergências na paisagem. Sendo necessário conhecer diversas características gerais dos elementos constituidores para entender o todo.



A paisagem interage com as ciências humanas, naturais, econômicas e sociais. Cada vez mais, fica enfatizada a tendência de considerá-la uma unidade orgânica. Realizando estudos temporais e espaciais, em seus diversos contextos. Nessas perspectivas a paisagem é mais que a adição de objetos (naturais ou antropizados), uma totalidade ou uma configuração. (HASSINGER, 1919 apud TROLL, 1950, p.1)

Para compreender o modelo de pensamento geográfico enfatizado por Troll, faz-se necessário, remontar as indagações de Kant sobre a geografia, enquanto ciência de síntese, pois esta concepção serviu de alicerce para diversas correntes teórico-metodológicas, que criaram ou reformularam, categorias de análises geográficas, que a seu modo, tentavam explicar a paisagem, a partir de modelos de subdivisões, embasadas em elementos naturais.

Conforme Moraes (1981), a concepção de pensar a geografia, com base na epistemologia da palavra, transformando seus estudos, em sínteses de outras ciências. Essas formulações originam-se de Kant. O qual divide a ciência em duas classes. As especulativas, apoiadas na razão e as empíricas embasadas na observação e especulação. No nível da segunda encontram-se a geografia e a antropologia, ambas responsáveis pela realização de sínteses dos conhecimentos. A primeira, pelos da natureza e a segunda, dos homens.

Santos (2009), explica que para Kant o atributo geográfico revela-se na dimensão locacional dos fenômenos, descrevê-los no espaço é o papel da geografia. Ele considera espaço como a forma pela qual estabelecemos as relações entre os fatos exteriores, uma forma de sistematização dos objetos externos a nós. Sendo ele a condição de toda experiência. Não podendo ser percebido empiricamente, pois o simples fato de colocarmos algo fora de nosso alcance, por si só já pressupõe a representação de espaço.

Observa-se que o foco de Kant é o espaço. Sendo concebido em uma dimensão palpável/mensurável da materialização dos fenômenos naturais. E cabe a geografia descrevê-los de modo superficial. Nessa linha de raciocínio o homem é colocado à parte, sendo de incumbência de outras ciências, e os fenômenos geofísicos ficam a cargo da geografia apenas para uma primeira análise, logo ela por si só não é capaz de explicar a aparente realidade. Sendo assim a geografia não

poderia e nem precisaria desenvolver teorias e categorias de análises, por se caracterizar como uma ciência de síntese.

Logo, para função que exercia no universo científico, bastava absorver as bases teóricas concebidas pelas ciências especulativas, ou seja, as que usavam de razão, as chamadas verdades universais, as quais em muitos casos só conseguem comprovar suas verdades em ambientes controlados, construindo modelos incompatíveis com a realidade. Um bom exemplo é o pensamento geográfico da década de 1950, enfatizado por Troll, o qual tinha uma forte influência do pensamento kantiano, deixando isso bem evidenciado em sua proposta de classificação da paisagem.

Troll (1950), na escola alemã S. Passarge, foi o primeiro a utilizar a expressão geografia da paisagem e desde 1913 propugnou diversas obras sobre a temática. Mas desde o início esse novo conceito não foi bem definido, principalmente em relação à área ou região. Conforme assinalou Waibel em 1916, dando origem a uma ampla discussão, sobre o sentido e a razão dessa nova ciência. Atualmente, esse conceito é encontrado tanto nas ciências como nas artes, mas somente a geografia deu ao seu uso um valor científico, transformando-o no eixo de uma discussão científica.

Atualmente o termo paisagem está acompanhado de uma gama de sobrenomes (industrial, agrícola, econômico...), mas as transformações temporais das materialidades impostas ou aplicadas a elas são facilmente acompanhadas pelo homem. Diferente da paisagem natural, na qual suas transformações ocorrem na escala de tempo geológico ou secular, sendo impossível para maiorias dos homens acompanharem/presenciarem, suas transformações (TROLL, 1950).

O termo paisagem geográfica diz respeito a um setor da superfície terrestre definido por uma configuração espacial determinada, resultante de um aspecto exterior, do conjunto de seus elementos e de suas relações externas e internas, que estão enquadrados pelos limites naturais das outras paisagens de caráter distinto. (TROLL, 1950, p.3)

O autor supracitado explica que a partir da observação das características e dos limites das paisagens no mundo e nos seus respectivos países, pode-se chegar

à compreensão de suas estruturas, possibilitando classificá-las em diferentes escalas. Sendo assim, ao fracionar uma zona climática em unidades definidas por suas configurações espaciais, a primeira coisa a ser feita é separar os setores da referida zona, que correspondam a cada continente. Dando continuidade à subdivisão deve-se observar a estrutura do relevo, solo e assim sucessivamente. No transcorrer da verticalização do fracionamento, o solo passa a obter mais importância do que o clima. Logo o primeiro apresenta mudanças nítidas, já o segundo, possui várias sequências de transições.

Ao chegar ao ponto que essas subdivisões começam a apresentar-se de forma independente, constituindo associações individuais mínimas caracterizadas por configuração e localização determinada. Esses locais passam a ser chamados de espaços menores, que passaram a ser chamado na geografia de ecótopos, variante de biótipo, expressão da biologia. Nessa esfera produz-se o nível máximo de interação entre os diferentes elementos constituintes da paisagem.

Dando continuidade aos pensamentos de Troll, o mesmo salienta que o solo não é composto apenas de material mineral, alterado pelos agentes hídricos e climáticos, também é composto de matéria orgânica animal e vegetal. A disposição desses elementos no solo tem uma intrínseca relação com a vegetação e suas interações com as biocenoses e com a capa edáfica conectam os estudos geográficos sobre paisagem com os estudos de pedologia e de vegetação. A. G. Tansley nomeia esse conjunto de ecossistemas.

O modelo de classificação ou subdivisão da paisagem proposto por Troll, parte do princípio das zonas climáticas globais, e de forma sucessiva vai ampliando a escala (continente, relevo, solo...) até chegar a um nível de subdivisão praticamente imperceptível a visão humana (laboratorial), os ecótopos. Mas seu fracionamento da paisagem dá continuidade à linha de raciocínio de Kant, não levando em conta o homem ou a ação antrópica nessa forma de análise tornando esse modelo inviável para analisar a paisagem, pelo menos do ponto de vista geográfico.

A proposta de mapeamento das unidades da paisagem baseada em ecótopos, as quais são unidades comparáveis a ecossistemas, é uma definição

imprecisa e a hierarquização dos fatores não é evocada, em síntese é um método que se encaixa melhor na ecologia (OLIVEIRA et al., 2007).

Bertrand (1968), salientou que a paisagem era um termo pouco utilizado e impreciso, sendo apropriado de forma distorcida, anexando um qualificativo de restrição, comprometendo e alterando seu sentido, geralmente é empregada como sinônimo de meio, termo de caráter ecológico, que se define em relação a qualquer coisa. A forma analítica e separativa, que essa categoria de análise geográfica era tratada, comprometia sua integridade conceitual, logo ela é resultado da dinâmica indissociável entre os elementos físicos, biológicos e antrópicos que a compõe, tornando sua evolução um processo permanente. Portanto, a análise da paisagem deve ocorrer de forma integrada, não apenas a luz dos elementos ditos naturais, compreender as ações antrópicas, nesse contexto é imprescindível, sejam elas diretas ou indiretas, estudá-la é antes de tudo apresentar um problema de método.

Nesse viés Bertrand (1968), desenvolve um método de análise da paisagem, mas antes de tudo, explica que todas as delimitações geográficas são arbitrárias, sendo impossível achar um sistema geral que respeite os limites de abrangência dos fenômenos. Entretanto, pode-se vislumbrar uma taxonomia das paisagens, com dominância física sob a condição de fixar limites tangíveis. De forma que: (1º) a delimitação nunca deve ser considerada como um fim em si, mas somente como um meio de aproximação em relação com a realidade geográfica; (2º) é preciso de uma vez por todas renunciar a determinar unidades sintéticas na base de um compromisso a partir das unidades elementares, seria certamente um mau método querer superpor, seja pelo método cartográfico direto, seja pelo método matemático, o máximo de unidades elementares para destacar daí uma unidade média que não exprimiria nenhuma realidade por existir a estrutura dialética das paisagens; (3º) o sistema taxonômico deve permitir classificar as paisagens em função da escala, isto é, situá-las na dupla perspectiva do tempo e do espaço. Realmente, se os elementos constituintes de uma paisagem são mais ou menos sempre os mesmos, seu lugar respectivo e, sobretudo suas manifestações no seio das combinações geográficas dependem da escala temporal-espacial.

Nesse sentido o sistema de classificação é hierarquizado em seis níveis:

- Zona - Refere-se à unidade global/climática dominante (equatorial, temperado...);
- Domínio - Paisagens vigorosamente individualizadas, fora da escala planetária (escudos cristalinos brasileiros);
- Região - São frações dos domínios, com características singulares (planalto da Borborema);
- Geossistema - Corresponde às inter-relações entre o potencial ecológico (aspectos geológicos, climáticos e hidrológicos) e a exploração biológica (dinâmica natural da vegetação, ações antrópicas...);
- Geofácies - São malhas nas cadeias (progressivas ou regressivas) das paisagens que se sucedem no tempo e no espaço no interior de um mesmo geossistema. Formando um mosaico mutante cuja estrutura e dinâmica traduz fielmente os detalhes ecológicos e as pulsações de ordem biológica;
- Géotopo - Menor unidade geográfica homogênea diretamente discernível no terreno; os elementos inferiores precisam da análise fracionada de laboratório.

Essa nova proposta metodológica para interpretação da paisagem apresenta dois conceitos balizadores e inovadores. O primeiro é a flexibilidade taxonômica, possibilitando que a teoria concebida em gabinete se remodele para encaixar-se a realidade do campo, rompendo com o rótulo, no qual tentavam moldar as paisagens para que elas se adequassem as concepções teóricas, de uma determinada categoria de análise.

O segundo foi o reconhecimento das intersecções entre o meio físico e o homem, na dinâmica da paisagem. Uma análise integrada permite uma concepção mais fidedigna. Logo é impossível compreender a complexidade das inter-relações paisagísticas em seu todo. Mas é necessário ressaltar, que por mais flexível e integrado que seja a proposta, cada pesquisador tem um modelo pré-concebido (devido à bagagem teórica metodológica que traz consigo), e por mais imparcial que tente ser, acaba ocorrendo o direcionamento espontâneo das análises.

Nos últimos anos, o estudo dos geossistemas tem ganhado importância e aplicação crescente e, entre outros objetivos, procura a conservação, o uso racional e o desenvolvimento do espaço geográfico beneficiando toda biosfera, em especial, a sociedade humana. Os sistemas geográficos diretamente ligados a componente espacial estão, na maioria das vezes, vinculados a compartimentação do relevo originando e refletindo condições ambientais como clima, geologia, pedologia, hidrografia, gerando inter-relações diretas com a biosfera, modelando a paisagem. (TROPPMAIR; GALINA, 2006, p.82-83)

De acordo com os autores acima citados, nas pesquisas geossistêmicas, além dos estudos abióticos (clima, solo, hidrografia...) e bióticos (fauna e flora), utiliza-se elementos da sociedade, da história, da economia, não para realizar sociologia, mas para estudar o meio ambiente. Quer dizer, analisar suas épocas pretéritas, em especial, o que passa na história recente, tomando uma dimensão cultural, logo trabalhamos com a diversidade. Para estudar geossistemas, análise de um território, de um espaço, existem três modos:

- Naturalista - levará em conta características e, evolução da natureza bio-físico-química para compreender o funcionamento dos elementos naturais, do relevo, da vegetação, do solo, mas integrados;
- Território dos Homens - Gestão do meio ambiente, sendo uma entrada essencialmente econômica ou socioeconômica;
- Cultural - Conceito de paisagem.

Para Sotchava (1977), a geografia física a luz dos geossistemas, possibilita a uma análise diferenciada, logo permite aplicabilidade prática de seus resultados. Caracterizar os principais problemas nos estudos dos geossistemas é uma das tarefas-chave da geografia física. Dentre eles destacam-se:

- Modelização dos geossistemas à base de sua dinâmica espontânea, antropogênica e do regime natural a ela correspondente;
- Análise dos axiomas e outros princípios de uma teoria especial dos geossistemas como parte da teoria geral dos sistemas;
- Desenvolvimento de métodos lógicos para avaliação quantitativa dos geossistemas e processos formadores da paisagem, principalmente do aparato matemático;
- Análise sistêmica das conexões espaciais no âmbito geográfico, do nível planetário ao regional;

- Pesquisa da condição espacial e temporal dos geossistemas e elaboração de seus modelos geográficos, em especial os mapas do ambiente em conexão com os problemas de sua conservação e otimização;
- Estudo das influências dos fatores socioeconômicos no ambiente natural e prognose dos geossistemas futuros;
- Exame geográfico de projetos para a complexa relação entre a utilização e conservação do ambiente geográfico;
- Seleção do pensamento e sistematização de informações referentes à paisagem natural, com finalidades educacionais ou de pesquisa.

Dando continuidade ao pensamento do autor, o mesmo salienta que embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, os fatores econômicos e sociais influenciam em suas estruturas e singularidades espaciais. De forma que os geossistemas controlados se subdividem em dois grupos de controle (episódico e constante). No primeiro caso a estrutura do geossistema recebe a interferência de uma vez, e depois disso se desenvolve de maneira nova, porém espontânea, e no segundo, as influências externas atuam de forma sistemática, com um determinado grau de intensidade. Destaca também que a criação de modelos para os estudos geossistêmicos é algo indispensável.

Sotchava (1977), alerta para diferença entre ecossistemas de biocenoses para geossistemas. O primeiro é formado por complexos monocêntricos (biocêntricos), nos quais o ambiente natural e suas bases abióticas, são analisados do ponto de vista de suas conexões com organismos, tornando-o um conceito biológico. Já nos geossistemas, os complexos biológicos, possuem uma organização mais complexa, pois são policêntricos, sendo-lhes peculiares alguns componentes críticos, um dos quais geralmente é representado pela biota.

Para o autor supramencionado faz-se necessário uma classificação hierarquizada dos geossistemas, devido sua diversidade. Fornecendo uma ideia bem estruturada sobre as unidades naturais homogêneas das diversas categorias (geômeros) e as heterogêneas (geócoros). Ambos constituem inteirezas, o primeiro com a qualidade estrutural homogênea e o último com a diversificada. Essas

taxonomias são independentes, mas ao mesmo tempo se interseccionam em liames modais.

Conforme Sotchava (1978 apud Amorim, 2012, p.94), existem três sequências dimensionais de análises nas pesquisas dos Geossistemas: a planetária, a regional, e a topológica, cada uma apresenta uma escala e uma dinâmica particular de análise, sem deixar de interagir.

Antever em que direção ocorrerá a mudança de estrutura do geossistema é do maior interesse, não só do ponto de vista acadêmico, quanto do prático. Essa questão, extremamente complicada, apresenta diversos aspectos. Um deles é concernente à mutação no tempo das invariantes de geossistemas, o que promove sua evolução. Durante curto período de tempo, os últimos tornam-se aparentes na estrutura das fácies, durante um período mais prolongando, no aspecto dos geomos e, especialmente, no dos geômeros da mais alta categoria. A evolução dos geócoros de ordem topológica, a mais facilmente distinguível, ocorre paralelamente, enquanto a dos pertencentes às ordens regional e planetária, especialmente os desta, processa-se mais lentamente. (SOTCHAVA, 1977, p.32)

Os estudos geossistêmicos em relação a diversos aspectos, faz uma relação direta à colaboração do homem com a natureza, sobretudo nos tocantes aqueles referentes às dinâmicas geossistêmicas, suas singularidades funcionais, potencial de recursos, entre outros problemas. Tudo aquilo que se acha relacionado, por exemplo, com os sistemas geotecnogênicos, faz parte do problema da colaboração, no futuro esse se tornará o método de aplicação da geografia física, nos estudos dos problemas do desenvolvimento socioeconômico (SOTCHAVA, 1977).

Sotchava comunga com Troll (1950) e com Bertrand (1968): a paisagem deve ser estudada de forma integrada, ou seja, levando em consideração os elementos naturais e suas dinâmicas com as ações antrópicas. Pensamento que dá continuidade aos avanços que a ciência geográfica vem executando no que diz respeito ao estudo integrado da paisagem.

Demonstra uma grande preocupação com os fracionamentos das unidades nos estudos geossistêmicos, pois o excesso de verticalização das análises pode promover uma pesquisa desintegrada do todo. O que vai de encontro ao método geossistêmico, mas, deixando bem claro: esse método de estudo não é de síntese, entrando em assincronia com kant.



Sotchava (1977) dá duas grandes contribuições aos estudos integrados da paisagem ao propor uma hierarquização baseada em unidades naturais homogêneas das diversas categorias (geômeros) e heterogêneas (geócoros) e deixando bem evidenciado que, apesar dos estudos geossistêmicos serem subsidiados por modelos matemáticos, os mesmos por si só não dão conta de explicar as mais distintas realidades, e que as variáveis empíricas podem ser anexadas.

Há contradição teórica metodológica ao enfatizar que esses estudos são de caráter da geografia física. Logo estudar/compreender o mundo nas mais distintas escalas de análises, a partir de viés geossistêmico implica uma visão geográfica integrada. E, ao concordar e enfatizar a divisão da geografia em dois grandes ramos (física e humana), entra em contradição. Problema que, até a presente data, gera debates no mínimo calorosos no âmbito geográfico.

Conforme Tricart (1977), o conceito de ecossistema proposto por Tansley em 1974, não chegou a ser uma inovação do ponto de vista conceitual, pois outros pensadores já tinham realizados esboços sobre o referido conceito. Estando sua grande contribuição atrelada à sistematização, mas sua grande contribuição foi pensá-lo de forma sistematizada. Fato não realizado até então. Do ponto de vista metodológico, o conceito de ecossistema está alicerçado no raciocínio da física aplicado aos estudos da termodinâmica. Para os físicos um conjunto de fenômenos que se processa mediante fluxos de matérias e energia, forma um sistema. As relações oriundas da interdependência dos fluxos têm como consequência o surgimento de inerentes e distintas somas das propriedades dos seus componentes. Sendo assim, cada um desses fenômenos (incorporados no sistema) passa a ser analisado por si só, mas sem perder o contato com todas essas novas escalas de análises começam a ser denominadas de subsistemas. Não existindo limites para sua subdivisão e tendo como limite superior o universo.

O estudo do meio a partir de uma visão sistêmica possibilita análises lógicas do meio ambiente, e sua adoção pela ecologia como sinônimo de ecossistema permitiu conexões entres ramos do saber que estavam isolados (botânica, zoologia...) nas matrizes do pensamento geográfico. A incorporação da visão sistêmica nos estudos da geografia física corrigiu o excesso unilateral da atitude

analítica, a qual resultou no isolamento dos geógrafos físicos em relação a outros ramos do saber. Tendo consequências semelhantes na ecologia, a qual pesquisava as relações mútuas entre os seres vivos, deixando de lado suas intersecções com o meio ambiente. É necessário ressaltar que os ecólogos tinham na botânica ou na zoologia à base de sistemática e de fisiologia (TRICART, 1977).

A proposta de análise ecodinâmica é fundamental nos estudos das dinâmicas dos ecótopos. O que demonstra uma continuidade do pensamento de Troll. Assim, essa categoria de análise é a última/menor subdivisão de sua classificação ou subdivisão da paisagem. A qual tinha como escala macro as zonas climáticas e como micro os ecótopos. Entretanto, existe uma diferença fundamental, as ações/interferências antrópicas são levadas em consideração de forma relevante.

Tricart (1977) desenvolve a classificação ecodinâmica do meio ambiente, baseada em três macrogrupos de meios morfodinâmicos, em função das intensidades dos processos naturais, sendo eles:

- Estáveis - Aplica-se a estabilidade do modelado, à interface atmosfera/litosfera. A modelação ocorre de forma lenta e contínua, geralmente imperceptível na escala cronológica dos homens;
- Intergrades - Termo apropriado da geologia, para designar uma transição de ambientes, na referida abordagem, refere-se à transição/passagem gradual entre os meios estáveis e instáveis;
- Fortemente Instáveis - A morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, estando os outros elementos subordinados a ela; em relação às interferências antrópicas, elas atuam como elementos potencializadores, principalmente em regiões que o clima proporciona fatores limitantes severos à vegetação, tornando a degradação mais fácil, e consequentemente reduzindo a capacidade de recuperação.

O referido pesquisador demonstra uma grande preocupação em relação aos elementos que devem ser levados em consideração para realização de análises integradas do meio. Em sua concepção a análise não pode ter em seus procedimentos valores imutáveis nem tão pouco intangíveis, sendo assim para uma compreensão da ecodinâmica/sistêmica, faz-se necessário incorporar os

objetos/elementos, potencialidades (meio) e suas inter-relações. Sejam elas resultantes de processos naturais (morfodinâmica) ou antrópicos (gestão/território).

Outra grande contribuição foi sua proposta cartográfica para confecção de mapas baseados nos estudos ecodinâmicos. Sendo eles fundamentais, têm como finalidade vislumbrar características específicas do meio ambiente, mas para isso devem possuir elementos que não fazem parte da dinâmica em si, mas tem influências. Sendo eles: declividade, litologia, morfodinâmica, pedogênese e regime hídrico.

Segundo Ross (1985), existe uma grande dificuldade em estabelecer um nível de generalização adequada do relevo brasileiro. Fato esse que se deve não pela falta de conhecimentos do território, mas sim pela dificuldade de estabelecer critérios coerentes de classificação, já que as formas de relevo resultam de processos endógenos e exógenos, tornando delicado estabelecer uma taxonomia que abranja todas as variáveis da morfogênese. Sendo assim, todo modelo de classificação apresentará problemas.

O processo de fragmentação do relevo é complexo. Por mais que o pesquisador tente estabelecer critérios de representatividade hierarquizados e com o máximo de variáveis dos elementos externos e internos, é impossível mensurar de forma precisa o grau de cada um deles na dinâmica das unidades. De forma que cada pesquisador tende a atrelar aos seus modelos, elementos que lhes são mais familiares.

Em uma tentativa de minimizar esses problemas teóricos metodológicos, Ross desenvolveu um modelo de classificação taxonômica para o relevo brasileiro, alicerçada em aspectos morfoestruturais, morfoesculturais e morfométricos, sem deixar de reconhecer as interferências antropogênicas. Contudo, ele segue o viés de seus antecessores na temática no que diz respeito a hierarquização da sua proposta. De forma que a unidade morfoestrutural subordina a morfoescultura, ou seja, os resultados das forças endógenas estão em primeiro plano, e dos elementos exógenos, como o clima, em segundo; a morfometria vem em terceiro plano, e por último, as ações antropogênicas.

Deve-se deixar bem evidenciado que, apesar dos elementos físicos de ordem endógena subordinarem os demais, essa proposta de classificação apresenta

grandes avanços, pois propõe um modelo de subdivisão da paisagem em uma escala de fácil percepção, mas sem comprometer elementos complexos sejam eles estruturais, esculturais ou morfodinâmicos.

Ross (1985) propõe a seguinte classificação taxonômica do relevo:

- 1º Táxon - Unidade Morfoestrutural, maior forma de relevo, sua idade e história genética são mais antigas que as Unidades Morfoesculturais esculpidas em seu interior;
- 2º - Unidade Morfoescultural, são as dimensões inferiores a Unidade Morfoestrutural, e com idades bem menores;
- 3º - Unidades Morfológicas ou Padrões de Formas retratam um determinado aspecto fisionômico decorrente das influências dos processos erosivos mais recentes e posteriores aqueles que esculpiram os planaltos e depressões;
- 4º - Tipos de Formas de Relevo refere-se a cada uma das feições do modelado encontradas nas Unidades Morfológicas ou Padrões de Formas Semelhantes;
- 5º - Tipos de Vertentes são os padrões das escarpas contidas em cada forma de relevo, sendo de gênese e idades mais jovens;
- 6º - Formas de Processos Atuais refere-se às formas de relevo bem menores e muito mais recentes, que surgiram ao longo das vertentes por processos geomórficos e até mesmo por ação antrópica.

Ross (2009), a geomorfologia nos estudos ambientais está sustentada sobre as ciências naturais, ainda que possua forte vínculo com as ciências humanas, servindo dessa maneira, como suporte para o entendimento das sociedades humanas que se estruturam, extraem recursos e organizam o espaço físico territorial, sobre os ambientes originalmente naturais. O conhecimento dos aspectos geomorfológicos serve tanto para diagnósticos, como de subsídio nas questões territoriais. Lembrando que para a realização de um estudo geomorfológico aplicado ao contexto urbano, faz-se necessário a aplicação de um mapeamento dessas feições, com a finalidade de compreender a distribuição hierárquica do relevo.

O clima desempenha um papel muito importante na morfogênese do relevo terrestre. Quando se fala em clima, deve-se levar em consideração os atuais e os

pretéritos. De maneira sintética, pode-se dizer que as influências das condições climáticas sobre a origem do relevo terrestre ocorrem de forma direta e indireta (JATOBÁ et al., 2014).

As influências diretas são as decorrentes da ação dos elementos climáticos, especialmente a temperatura do ar, as precipitações atmosféricas, a umidade e os ventos. Esses elementos vão agir sobre o material rochoso, alterando-o física e quimicamente, e contribuirão para o desencadeamento dos diversos processos que irão esculpir as paisagens geomorfológicas das áreas emersas. Inúmeros mecanismos morfogenéticos do relevo terrestre são devidos a essas influências climáticas diretas. Entretanto o papel do homem como agente modificador da paisagem não pode ser colocado em uma escala secundária, sendo evidente sua ampla capacidade de transformação e/ou interferência. Características essas que se tornam cada vez mais incisivas e fugazes, trazendo consigo uma série de consequências geoambientais as quais serão enfatizadas no transcorrer do presente trabalho. Dentre os ambientes que sofrem as maiores pressões estão as áreas urbanas e suas adjacências devido à constante maximização da população, tendo como consequência direta o uso exaustivo do solo, seja para fixação de moradias ou para atividades de caráter antropogênico ligados ao perfil urbano. Dessa forma é imprescindível compreender o processo de urbanização nacional, para que se possa realizar análises e interpretações da paisagem em questão de forma mais fidedigna possível.

Determinados processos ambientais, como lixiviação erosão, movimentos de massa e cheias, podem ocorrer com ou sem a intervenção antrópica. Dessa forma, ao se caracterizar processos físicos, como degradação ambiental, deve-se levar em consideração critérios sociais que relacionam a terra com o seu uso, ou pelo menos, com o potencial de diversos tipos de uso. À medida que a degradação ambiental se acelera e se maximiza espacialmente, numa determinada área que esteja sofrendo por ações antropogênicas, a sua produtividade tende a diminuir, a menos que o homem invista no sentido de recuperar essas áreas (CUNHA; GUERRA, 2012).

## 1.2 Crescimento Urbano Brasileiro: breve histórico sobre suas origens e consequências

Entre 1940 e 1980 ocorreu uma inversão em relação aos assentamentos residenciais brasileiros. Na década de 40 a taxa de urbanização era de 26,35%, em 80, alcança o índice de 68,86%. Em apenas quatro décadas a população urbana sai de um contingente de 10.891.000 habitantes para 82.013.000. Para melhor mensurar esses elevados índices de crescimento, deve-se levar em conta que a população total do Brasil em 1941 era 41.326.000, já em 1980, apenas a zona urbana tinha uma concentração populacional de 82.013.000 (SANTOS, 1993).

A maximização dos domiciliados urbanos ocorreu de forma concentrada. Logo os oriundos do campo tinham como principal destino as cidades que exerciam a função de polos regionais ou nacionais. Esse fenômeno socioespacial contribuiu para ampliar a concentração fundiária e aumentou a periferização urbana. Deve-se levar em consideração que os fluxos migratórios que as cidades passaram a absorver eram compostos principalmente de pessoas com baixo poder aquisitivo, composição familiar numerosa e tinham o trabalho braçal como seu principal meio de aquisição de renda. Esse perfil dificultava a absorção dessa mão de obra no setor secundário.

A origem desse fenômeno socioespacial está atrelada a ascensão de Getúlio Vargas ao poder em 1930 (chefe do governo provisório), o qual tinha como uma de suas características grandes investimentos na indústria nacional, dando início a ruptura do modelo econômico agrário-exportador. No começo da década de 40, o Estado cria indústrias estatais (Companhia Siderúrgica Nacional - 1941, Companhia Vale do Rio Doce - 1942, Fábrica Nacional de Motores - 1943 e Fábrica Nacional de Álcalis - 1943), que serviriam de base para outras atividades industriais.

No começo da década de 40, é estabelecida uma rede brasileira de cidades hierarquizadas, simultaneamente, ao processo de integração nacional, dando-se início da hegemonia de São Paulo, com o crescimento industrial do país, e a formação do esboço de mercado territorial no Centro-Sul (SANTOS; SILVEIRA, 2006).

O aparelhamento dos portos, a construção de estradas de ferro, e as novas formas de participação do país na fase industrial do modo de produção capitalista permitiram às cidades beneficiárias aumentar seu comando sobre o espaço regional, enquanto a navegação, muito mais importante para o exterior, apenas ensejava o mínimo de contatos entre as capitais regionais, assim como os portos de importância. Rompia-se, desse modo, a regência do tempo natural para ceder lugar a um novo mosaico: um tempo lento para dentro do território que se associava com um tempo rápido para fora. (SANTOS, 2006, p.37)

O modelo de desenvolvimento implantado estava atrelado ao aumento da produção do setor secundário e da infraestrutura necessária para tanto. Não levando em consideração que a industrialização concentrada em áreas específicas do território nacional, atrairia grandes contingentes populacionais e geraria um modelo de desenvolvimento desestruturado, no qual os polos de crescimento econômico não eram interligados, mas eram hierarquizados, tendo o estado de São Paulo como prioridade nesse modelo de desenvolvimento. Característica essa que o tornou o principal destino para os emigrantes, principalmente os nordestinos.

Deve ser ressaltado que não ocorreu uma transição entre os modelos econômicos agrário-exportador para o industrial. Portanto o perfil do trabalhador brasileiro é alterado sem dar condições prévias de adaptação, mas mesmo assim migraram em direção aos polos de desenvolvimento fabris nacionais. As cidades não estavam preparadas para receber esses novos contingentes populacionais, faltava infraestrutura para assegurar as condições mínimas de sobrevivência. Nesse momento começa a se materializar o fenômeno socioespacial do crescimento urbano desordenado. A implantação desse paradigma urbano foi um marco no cenário ambiental.

Os perímetros urbanos cresciam de forma acelerada e desestruturada para atender a demanda populacional. A cobertura vegetal fora removida para alocação dos novos assentamentos, tornando o modelado mais suscetível a movimentos de massas, despejo de dejetos residenciais nos corpos d'águas, maximizando a possibilidade de contaminação dos habitantes por doenças de veiculação hídrica, redução da fauna...

O espaço urbano é um produto social e, por isso histórico, a história acumulada a partir das relações sociais, materializadas no próprio espaço, condicionam e tornam-se fundamentais na reprodução das relações sociais.

Neste sentido, o planejamento urbano possui importante papel na produção do espaço urbano, visto que regulamenta e permite determinadas ações e decisões na cidade, as quais encadearão em novas ações e decisões e tornar-se-ão tendência para as relações dos agentes produtores do espaço. (OLIVEIRA, 2011, p.1)

A organização espacial é o resultado do trabalho humano acumulado no transcorrer do tempo. No sistema capitalista, o trabalho realiza-se sob o comando do mesmo, através dos diferentes indivíduos ou grupos retentores dos recursos financeiros. Os quais atuam com o Estado na organização do espaço. Materializando o chamado espaço do capital. A difusão das ações provenientes da parceria supracitada ocorre de forma descontínua, seja no espaço e/ou no tempo (CORRÊA, 2000).

A concentração de atividades localizadas em um ponto do território, maximizando a acumulação de capital para as mesmas, condiciona a continuidade deste processo: os complexos industriais e as áreas metropolitanas são exemplos típicos. O mesmo se pode dizer, mudando a escala, das ruas caracterizadas por um único tipo de atividade - comércio de móveis, confecções ou peças e acessórios de veículos. As vantagens advindas da aglomeração induzem à reprodução do padrão espacial preexistente. Os efeitos da ampliação do capital das empresas localizadas no centro da cidade, somados às deseconomias de aglomeração, quer dizer, o congestionamento do tráfego, a ausência de áreas para expansão ou o alto preço da terra, traduzem-se na recriação de novas concentrações de atividades em áreas distantes do centro da cidade e dotadas de algumas vantagens locacionais como uma posição geográfica favorável. (CORRÊA, 2000, p.39)

Conforme Santos (1992), para se compreender a totalidade social especializada deve-se perpassar a relação dialética existente entre estrutura, processo, função e forma. As bases teóricas e metodológicas servem para a discussão dos fenômenos espaciais em sua totalidade. Portanto, a compreensão da dinâmica social, tendo em vista o entendimento dos processos de mudança e permanência do uso do solo em determinadas frações do espaço urbano e regional pode ser feita com base nesses elementos.

O caráter mutável do uso do solo na cidade capitalista decorre fundamentalmente de dois fatores: necessidades do processo de acumulação capitalista e necessidades de reprodução das classes sociais. A necessidade do



processo de acumulação desse sistema é de reprodução simples e ampliada das classes sociais e se materializam no território, formas espaciais de natureza econômica, jurídica-política e ideológica. Estes processos fazem com que uma paisagem seja escrita sobre outra como herança de momentos diferentes, e não sendo ela inerte ou acabada, mas criada não só por acréscimos, mas também por substituições. A reprodução das classes é fruto do grau de inserção delas no aparato econômico. Tendem a dar continuidade ao processo de acumulação para as classes mais elevadas e expropriação das menos abastardas.

A década de 1940 é um divisor de águas para os problemas geoambientais brasileiros. Antes desse intervalo temporal o meio ambiente era impactado de forma mais lenta e desconcentrada, porém paulatina. A partir dessa década, as cidades polos são forçadas a crescerem devido à nova lógica mercadológica (economia supranacional), provocando sérios impactos na natureza. O campo alavanca um processo de modernização, objetivando diversificação e a ampliação da capacidade de produção para atender de forma competitiva as demandas comerciais. Materializa-se nesse momento um cenário de desestruturação socioambiental em duas frentes campo - cidade.

A urbanização e a reestruturação do campo têm tido um papel fundamental nos danos ambientais brasileiros. Nas áreas urbanas, o rápido crescimento causa uma pressão significativa sobre o meio físico, tendo as consequências mais variadas, tais como: poluição atmosférica, do solo e das águas, deslizamentos, enchentes, entre outras. No campo um dos principais problemas tem sido a perda de solo, devido à erosão laminar. A qual ocorre de maneira natural na paisagem, mas teve suas ações intensificadas por causa do intenso processo de uso. O qual, devido grandes investimentos tecnológicos, consegue reduzir o ciclo das colheitas, intensificando cada vez mais o desgaste do solo (GUERRA; MARÇAL, 2010).

Os reflexos dessas ações ao longo do tempo são de fácil percepção na dinâmica da paisagem nacional. Cada vez mais os meios de comunicação informam tragédias envolvendo a perda de vidas humanas, que tem como eixo central a utilização inadequada da paisagem ou de seus recursos.

Para Guerra et al. (2011), o processo de urbanização brasileira é caracterizado pela apropriação do mercado imobiliário, das melhores áreas das

cidades, e pela ausência de áreas urbanizadas destinadas a moradias populares, fez com que a população de baixo poder aquisitivo, busca-se alternativas para fixação de residências, ocupando áreas desprezadas pelo mercado imobiliário, em sua maioria locais ambientalmente frágeis, como margens de rios, mangues, encostas íngremes. Um dos problemas mais comuns nesses ambientes de instabilidade são os escorregamentos. Estando os maiores acidentes localizados em locais precários, ausentes de infraestrutura, como favelas, loteamentos irregulares e demais formas de assentamento precário.

As inundações ou enchentes são outro grande problema nas cidades brasileiras, causando grandes prejuízos financeiros e perda de vidas humanas, seja por efeitos imediatos, como afogamentos, ou indiretos, como doenças infecto-contagiosas decorrentes do contato com os corpos d'águas contaminadas (GUERRA et al., 2011).

A partir do momento que o homem interfere na dinâmica da paisagem, de modo que ela venha a ofertar perigo a sua sobrevivência, materializa-se o risco geoambiental. O qual é frequentemente confundido ou até mesmo utilizado como sinônimo de vulnerabilidade, sendo esta uma predisposição natural da paisagem aos mais variados agentes intempéricos. De forma que o homem não está envolvido no processo, portanto não existe risco. Sendo assim faz-se necessário uma visão multidimensional dessas categorias de análise geográfica para que não ocorram contrassensos teóricos e metodológicos, comprometendo a integridade do trabalho e distorcendo e/ou induzindo os leitores a análises e interpretações equivocadas, no que concerne à temática. Uma das muitas preocupações do presente trabalho é deixar enfatizado/explicitado as intrínsecas relações entre o homem e o meio, de forma que ambos são ponderados/pensados com valores iguais, de maneira que a existência de dualidades nos pesos prejudica os dois, ou seja, a harmonia é fruto do equilíbrio dos valores. Portanto optou-se por não utilizar a expressão multidimensional no lugar de holística.

A apreensão dos fenômenos da natureza entendidos como imersos na totalidade complexa é originária e defendida pelos ambientalistas orientados pela perspectiva holística. A origem epistemológica desse vocábulo remonta ao grego *Holos*, referente à qualidade aquilo que é inteiro, completo, associado, de modo frequente, à noção de complexidade, por sua vez derivada do latim *complexus*,

tendo como significado aquilo é tecido junto. Sendo assim, no pensamento holístico remonta a concepção de homem encontrada em Heráclito, como servo do lugar, em oposição à concepção racionalista de que ele é o senhor do jardim (SOUZA, 2007).

### 1.3 Risco

Segundo Aneas de Castro (2000 apud Almeida, 2012, p.18), a origem da palavra risco é dada como imprecisa pela academia, mas está presente nas línguas europeias: inglesa - risk, italiana - rischio, espanhola - riesgo, francesa - risque. Certos linguistas relacionam o termo ao castelhano antigo, *reseque* (ressacar, cortar), cuja acepção mais utilizada na idade média é sinônima de luta, contradição e divisão.

Atualmente as pesquisas sobre dos riscos ambientais vêm sendo desenvolvidas em diversos segmentos da sociedade, tornando-se o centro de vários debates. Via de regra, é acompanhado por um adjetivo que o qualifica: risco ambiental, risco social, risco tecnológico, risco natural, biológico, e tantos outros, associados à segurança pessoal, saúde, condições de habitação, trabalho, transporte, ou seja, ao cotidiano da sociedade moderna. A princípio, distinguem-se três abordagens: a primeira está relacionada com as Geociências, com enfoque em processos catastróficos e rápidos; uma segunda abordagem trata dos chamados riscos tecnológicos e sociais; e por fim, a empresarial e financeira (CASTRO et al., 2005).

O risco, objeto social, define-se como a percepção do perigo, da catástrofe possível. Ele existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o apreende por meio de representações mentais e como ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos. Correm-se riscos, que são assumidos, recusados, estimados, avaliados, calculados. O risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal. (VEYRET, 2013, p.11)

Veyret; Richemond (2013), os estudos de caráter geográfico, focam seus interesses nos riscos cuja a percepção e gestão são acompanhadas de uma dimensão espacial. Nesse sentido os riscos podem ser classificados em:

1. Ambientais - Sendo aqueles que resultam da associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pelas mais distintas atividades antrópicas;
  - 1.1.1 Naturais - São pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social ou indivíduo, sujeito a ação possível de um processo físico, de um ambiente;
  - 1.1.2 Naturais Agravados pelo Homem - Resulta da ação humana sobre locais naturais, que apresentam uma susceptibilidade natural aos agentes transformadores da paisagem, com exceção das transformações provocadas por ações antrópicas;
2. Industriais - Estão associados às atividades de armazenamentos de produtos tóxicos, à produção e ao transporte de materiais perigosos. Em muitos casos, essas atividades estão inseridas no tecido urbano, o que causa apreensão em virtude dos efeitos em cadeia, uma série de acontecimentos dificilmente previsíveis e domináveis;
3. Tecnológicos - Corresponde à probabilidade de ocorrer um acontecimento fora do comum, temporalmente inesperado, ligado às disfuncionalidades de um sistema técnico e cujas consequências, de amplitude considerável, frequentemente permanecem difíceis de serem delimitadas de forma precisa no espaço e no tempo;
4. Econômicos/Geopolíticos/Sociais - Relacionam-se a partilha e o acesso a certos recursos, renováveis ou não, geram riscos que podem se traduzir em conflitos latentes ou abertos;
5. Outros - dependem da escala de aceitabilidade do risco. O que é aceitável em um determinado momento (da história ou da vida de um indivíduo) pode ser inaceitável em outro.

Na classificação de riscos de Veyret; Richemond (2013), os ambientais são subdivididos em naturais e agravados pelo homem. O que se encaixa com as explicações de Castro et al. (2005), sobre a tendência de se adjetivar o risco. Sendo que a suscetibilidade natural de um ambiente aos agentes intempéricos do

meio físico, não pode ser considerada risco, logo não existe o fator homem. A passividade desses ambientes as transformações morfológicas e morfométricas são elevadas por si só. Portanto os locais que possuem essa predisposição caracterizam-se como áreas de vulnerabilidade geoambiental. Conceito esse que será discutido de forma mais aprofundada, logo após a contextualização da categoria de análise risco.

Conforme explanam Castro et al. (2005), um conceito comumente confundido com o de risco é o de perigo, sendo o Risco uma construção eminentemente social. Portanto é a percepção do indivíduo ou grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências transcorrem por causa da vulnerabilidade intrínseca desse elemento ou grupo. Já o perigo tem relação com a probabilidade, possibilidade ou até mesmo a própria ocorrência de um evento causador de prejuízo.

Smith (2001 apud Almeida, 2012, p.25) explica que o perigo é uma inelutável parte da vida e um dos elementos do risco. Portanto o risco é uma ameaça em potencial e perigo é a probabilidade de ocorrência. Conceito harmônico ao de MCid; IPT (2007), no qual risco é definido como uma área ou local, sujeito a ser atingido por fenômenos ou processos naturais e ou induzidos por ações antrópicas que causem efeito adverso. Os habitantes dessas áreas estão sujeitos a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, essas localidades correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda.

Trazendo para o viés da dinâmica ambiental, quando se está fazendo uma análise de um assentamento urbano em uma encosta íngreme, esta representa o perigo (potencial), enquanto a probabilidade de deslizamentos ou desmoronamentos é uma probabilidade (seja ela baixa ou elevada), ou seja, o risco.

De acordo com Castro et al. (2005), outros dois conceitos que merecem ser esclarecidos, pois apresentam intrínsecas relações com os estudos do risco são: os de tragédia e catástrofe. Para Quarantelli (1998 apud Almeida, 2005, p.25), desastre é um evento concentrado espacialmente e temporalmente, no qual uma comunidade enfrenta um grande perigo de destruição de seus serviços primordiais,

acompanhado de dispersão humana, prejuízos ambientais e materiais, que ultrapassam a capacidade da comunidade de lidar com danos sem a intervenção externa. Já a catástrofe se diferencia devido sua escala de magnitude, possui dimensões mais amplas, ou seja, excedem/transcendem o ambiente de uma comunidade.

Na perspectiva dessa corrente teórica, o Brasil não possui catástrofes, pelo menos em sua história recente. Mas está repleto de desastres, no caso da análise ambiental, em sua maioria estão relacionados, ao uso, ocupação ou ambas as ações, na paisagem sem o devido planejamento. Geralmente envolvem movimentos de massas ou enchentes em áreas densamente ocupadas por assentamentos urbanos de baixa renda, as chamadas favelas ou bolsões de miséria.

Veyret; Richemond (2013), salientam que devido ao risco está inserido em um dado contexto social, econômico e cultural, traz consigo uma grande dose de subjetividade, o que implica em distintos níveis ou limites de aceitabilidade. Portanto não é possível examinar as representações dos riscos, sem considerar as práticas de gestão. Porém ela não concerne a todos os países, alguns gerenciam a crise, enquanto outros organizam uma verdadeira gestão do risco com atores bem articulados.

A história da distribuição dos riscos mostra que estes se atêm, assim como a riqueza, ao esquema de classes - mas de modo inverso: as riquezas acumulam-se em cima, os riscos em baixo. Assim os riscos passam a reforçar, e não revogar, a sociedade de classes. (BECK, 2010, p.41)

No caso do Brasil é comum gerenciar-se a crise, principalmente nos períodos chuvosos. Geralmente envolvem ações como: remoção temporária de contingentes populacionais; tentativas de impermeabilização temporária do solo, com a sobreposição de lonas de plástico; doação de mantimentos, cestas básicas; transferência de responsabilidade para gestões pretéritas; zoneamentos de áreas de riscos, com a finalidade de mensurar a situação; mau uso dos recursos emergenciais destinados a amenizar a situação; promessas de soluções a curto e médio prazo, geralmente não materializadas.

Gerir os recursos da crise termina virando uma situação mais atrativa para os agentes políticos envolvidos. Logo anunciar tragédias é uma ação da mídia que gera audiência, e como é comum da cultura brasileira apontar um culpado ao invés de discutir o contexto, certos grupos políticos aproveitam o momento para divulgarem suas imagens e lançarem a culpa em gestões passadas. Sem contar que a legislação brasileira permite a compra de objetos sem licitação em situações de decreto de calamidade pública.

Brasil (1993), a Lei nº 8.666/93, artigo 24, inciso IV, informa que nos casos de emergência ou de calamidade pública, quando caracterizada urgência de atendimento de situação que possa ocasionar prejuízo ou comprometer a segurança de pessoas, obras, serviços, equipamentos e outros bens, públicos ou particulares, e somente para os bens necessários ao atendimento da situação emergencial ou calamitosa e para as parcelas de obras e serviços que possam ser concluídas dentro de 180 (cento e oitenta) dias consecutivos e ininterruptos, contados da ocorrência da emergência ou calamidade, vedada a prorrogação dos respectivos contratos.

Em 12 de abril de 2012, o Governo Federal sanciona a lei 12.608, no capítulo primeiro, artigo segundo é estabelecido que é dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre. A qual em seu capítulo IV, artigo 3B, inciso terceiro, enfatiza que as pessoas removidas das áreas de risco devem ter garantia habitacional permanente. Em seu capítulo II, seção I, artigo terceiro, parágrafo único, integra a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, as políticas de ordenamento territorial.

Essa lei foi um grande avanço na legislação brasileira em relação à temática. Entre outras coisas estabelece o mapeamento e monitoramento das áreas de riscos e oferta garantia de seguridade social para as famílias que podem vir ou as que foram afetadas, por fenômenos naturais ou provocados por dinâmicas socioespaciais, que as coloquem em risco.

O tratamento da questão do risco ambiental pela Geografia revela-se, assim, uma via importante de investigação. Esta abordagem pode abarcar:

- a) o rebatimento espacial de processos e eventos danosos (o risco

tornando-se fato consumado, acidente) - espaços de perdas/espaços de risco; b) as diferentes escalas de ocorrência e concentração espacial destes eventos e processos geradores - escalas de perdas/escalas de risco; c) sua influência na configuração e organização de novos espaços a partir das perdas sociais, econômicas e naturais, e das intervenções e conflitos entre atores sociais, gerando novos arranjos territoriais, segregação espacial, exposição a novos riscos etc; d) as relações entre espaços de perdas e escalas de perdas, o grau de exposição aos riscos e a restrição ao acesso a recursos. (CASTRO et al., 2005, p.28)

O conceito de risco apresenta uma grande gama de variações, mas não podia ser diferente, porque essa categoria de análise está sujeita a percepção do indivíduo ou do grupo social. Contudo, de forma geral, existe um consenso que só existe risco quando o homem é colocado ou encaixado em um cenário que coloque em risco sua segurança física.

Beck (2010) explica que a produção social da riqueza é acompanhada sistematicamente pela produção social dos riscos, conseqüentemente, os problemas e conflitos distributivos da sociedade da escassez, sobrepõem-se aos surgidos a partir da produção, definição e distribuição de riscos científicos tecnologicamente produzidos. Mas isso não quer dizer que os indivíduos localizados em posições mais confortáveis, ou até mesmo no topo da hierarquia social/econômica não venham a sofrer com efeitos indiretos, ou diretos (efeito bumerangue). Com um atenuante, a ampla capacidade financeira de recuperação dos danos sofridos.

Conceito que reforça a fundamentação teórica de que o risco não é natural e sim produzido pelo homem, aumentando a complexidade das discussões teóricas e do processo de instrumentalização/estruturação da sociedade através de suas instituições públicas ou privadas para mitigação do problema.

Logo, o mesmo não pode ser suprimido, pois é resultante direto dos mais diversos modelos de produção ou reprodução do espaço geográfico. Conjuntura essa que impossibilita ponderar ações eficazes em escalas que transcendam o local. Ao passo que a depender do fenômeno, as medidas ultrapassam/ascendem para os âmbitos do regional, nacional e global. Passam a ter resultados mais difíceis de ser mensurados, tornando-os, em muitos casos, imperceptíveis, ou até mesmo deixando o risco do local imperceptível para aqueles que não estão no raio de alcance do fenômeno no zênite do contexto.



Deve-se deixar bem evidenciado/claro que as abordagens em escalas de alcance mais amplas não são ineficazes, nem tão pouco as em âmbito inversamente proporcionarão resultados melhores. O grau de eficácia de uma ação que objetiva a atenuação de uma problemática está atrelado à escala de abrangência do problema, podendo existir casos nos quais a mitigação do risco deve ser feita em mais de uma escala.

Como pode ser analisado, existe uma vasta discussão sobre o risco e suas diversas facetas. Não poderia ser diferente, pois essa categoria de análise só existe quando o homem está incluso no cenário, e cada indivíduo tem uma percepção distinta do contexto do qual faz parte. À vista disso, os mais diversos ramos das ciências dão suas próprias roupagens, para dar conta de explicá-lo, a luz das concepções teóricas e metodológicas que as norteiam.

Partindo desse pressuposto, o presente trabalho transcorrerá no viés geomorfológico. Logo, a área foco da pesquisa possui um relevo mamelonizado, marcado por intensos desníveis topográficos. O espaço geográfico está sofrendo um intenso processo de uso e ocupação, destacando-se os fenômenos de expansão da mancha urbana e de práticas agrárias de subsistência. Ambos ocorrendo em concomitância nas encostas, porém materializando riscos distintos em gênero, número e grau.

### 1.3.1 Vulnerabilidade

Conforme Mitchel (1989 apud Almeida, 2012, p.29), vulnerabilidade é o potencial de perda de um determinado sistema. Atualmente é um conceito central nas abordagens dos riscos e perigos, e essencial para a estruturação de estratégias de mitigação das consequências dos desastres naturais, nas escalas de análises mais distintas.

Já Veyret; Richemond (2013), definem vulnerabilidade como a mensuração dos danos máximos, em função dos diversos usos do solo e dos tipos de construção. E que devem ser estabelecidos níveis distintos, atrelados aos modelos de ocupação da paisagem.

Segundo Almeida (2012), existem confusões e contradições na definição de vulnerabilidade, proporcionando dificuldades na operacionalização do conceito. Nessa perspectiva, sua dimensão mais ampla (potencial de perda) não salienta a que perda está se referindo. Deixando de fora as questões levantadas por Cutter (1996) - Quem é ou está vulnerável? Vulnerável a que processo? E em função de quais condições socioespaciais? Tomando como suporte esses questionamentos, observa-se que o conceito de vulnerabilidade é multidimensional, permeando várias realidades, mas destacando-se a tríade: ambiental, econômica e social.

Cutter (1996 apud Almeida, 2012, p.32), relacionou demonstrando sua multidimensionalidade, paralela à evolução do conceito de risco no transcorrer do tempo. São elas:

- Gabor; Griffith (1980) - Ameaça (de materiais perigosos) a qual as pessoas estão expostas (incluindo agentes químicos e a situação ecológica das comunidades e seu nível de preparação para emergências). Vulnerabilidade é o contexto de risco;
- Timmeman (1981) - Grau em que um sistema atua negativamente para a ocorrência de um evento perigoso. O grau e a qualidade da reação adversa são condicionados por resiliência de um sistema (uma medida da capacidade do sistema para absorver ou recuperar-se de um evento);
- Undro (1982) - Grau de perda para um determinado elemento ou um conjunto de elementos em risco resultante da ocorrência de um fenômeno natural de determinada magnitude;
- Susman et al. (1984) - É o grau em que as diferentes classes da sociedade estão diferencialmente em risco;
- Kates (1985) - Capacidade de sofrer danos e reagir negativamente;
- Pijawka; Radwan (1985) - Ameaça ou interação entre risco e preparação. É o grau em que os materiais perigosos ameaçam uma determinada população (risco) e a capacidade da comunidade para reduzir o risco ou as consequências adversas de lançamentos de materiais perigosos;
- Bogard (1989) - Operacionalmente definida como a incapacidade de tomar medidas eficazes diante dos prejuízos. Quando aplicadas a

indivíduos, a vulnerabilidade é uma consequência da impossibilidade ou improbabilidade de mitigação eficaz e é uma função da nossa capacidade de selecionar os perigos;

- Mitchell (1989) - Potencial de perda;
- Liverman - condição biofísica definida pelas condições políticas, sociais e econômicas da sociedade. Defende a ideia de duas vulnerabilidades, uma no espaço geográfico (onde as pessoas vulneráveis e lugares estão localizados) e a social (a que naquele lugar é vulnerável);
- Dowling (1991) - Possui três conotações: refere-se a uma consequência (por exemplo, a deslizamentos) em vez de uma causa (exemplo, são vulneráveis a deslizamentos), e é um termo relativo que diferencia entre grupos socioeconômicos ou regiões, em vez de uma medida absoluta de privação;
- Dow (1992) - Capacidade diferencial de grupos e indivíduos para lidar com os riscos, com base em suas posições em relação aos riscos, devido suas localizações no cenário físico e social;
- Smith (1992) - Eminência de um perigo específico, a qual varia ao longo do tempo e conforme as mudanças na exposição, quer seja ele física ou humana;
- Alexander (1993) - É uma questão de custos e benefícios de habitar áreas de risco de desastres naturais;
- Cutter (1993) - Probabilidade de um indivíduo ou grupo estarem expostos e afetados por um perigo. É a interação dos perigos do lugar com o perfil social das comunidades;
- Watts; Bohle (1993) - É definida em termos de capacidade de exposição e potencialidade. Consequentemente, a resposta prescritiva e normativa para a vulnerabilidade é reduzir a exposição, aumentar a capacidade de enfrentamento, reforçar o potencial de recuperação e de controle dos danos, através de meios públicos e privados;
- Blaikiet et al. (1994) - Capacidade de uma pessoa ou grupo de antecipar, lidar com, resistir e se recuperar do impacto de um perigo natural. Trata-se de uma combinação de fatores que determinam o grau em que a vida de alguém e os meios de subsistência estão em

risco por um evento, o qual pode ser identificado na natureza ou na sociedade;

- Bohle et al. (1994) - É definida como uma medida agregada do bem-estar humano que integra a exposição ambiental, social, econômica e política a uma gama de potenciais perturbações prejudiciais;
- Dow; Downing (1995) - Suscetibilidade diferencial de circunstâncias que contribuem para um evento (econômicos, sociais, físicos, tecnológicos...).

Como pode ser observado nos conceitos acima enfatizados, não existe um consenso teórico sobre a temática, de forma que ela vai sendo modelada/estruturada para atender o viés da corrente teórica norteadora daquele que está desenvolvendo o estudo, criando uma linha tênue com o conceito de risco, chegando ao ponto de ser suprimido, para dar origem a uma determinada categoria de risco. Um bom exemplo são as definições de Veyret; Richemond (2013) para vulnerabilidade e risco natural agravado pelo homem. Sendo o primeiro atrelado a mensuração de possíveis prejuízos e o segundo como uma predisposição do ambiente para certos eventos, agravados pelas ações antrópicas.

Trazendo essa discussão para o viés específico da geografia e do referido trabalho, só existe vulnerabilidade se o homem estiver presente no ambiente em questão, seja fisicamente ou pelos seus sistemas técnicos operacionais. Caso contrário o fenômeno transcorrente é vulnerabilidade, que é uma predisposição da natureza aos efeitos dos fenômenos físicos. O discernimento entre risco e vulnerabilidade, possibilita uma leitura concisa e bem fundamentada dos processos antropogênicos transcorrentes na paisagem, dentre eles a problemática do ordenamento territorial. A qual envolve múltiplas facetas da intrínseca relação entre o homem e o meio.

#### 1.4 Ordenamento Territorial

A necessidade de hierarquizar o território é algo latente, porém difícil de tangenciar, logo essa categoria de análise geográfica é sujeita a inúmeras variáveis. Não existe um consenso teórico e metodológico para um modelo adequado de

hierarquização territorial. Devido essa indefinição conceitual, ele passa a ser modelado/estruturado de forma direcional, servindo de justificativa para implementação de modelos de desenvolvimentos desde a escala local a internacional.

O ordenamento territorial é uma forma singular de uso do território que apresenta um arranjo de objetos sociais, naturais e culturais historicamente estabelecidos. Mas esse ordenamento não é apenas condição social de reprodução da ordem capitalista. Pode ser também uma ferramenta de planejamento e execução de políticas públicas. (POLETTTO, 2008, p.50)

No Brasil, o Estado demonstra uma preocupação formal mais efetiva recente em relação ao ordenamento territorial, mais especificamente em 2003 com a lei federal 10.683/03, a qual estabeleceu as atribuições de cada ministério e delegou a incumbência do ordenamento territorial aos Ministérios da Integração Nacional e da Defesa. Mas não se pode esquecer que o termo “Ordenação do Território” está fixado legalmente através do artigo 21, parágrafo IX da Constituição Federal de 1988, salientando de forma explícita que compete à União elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social. Há, portanto, uma clara vinculação legal dos planos nacionais e regionais de ordenação do território aos de desenvolvimento econômico e social.

Para o MIN (2003), o ordenamento territorial é uma questão política associada à mudança de natureza do Estado e do território, e da relação do Estado com seu território. É também, portanto, um desafio conceitual.

O Estado, a sociedade civil e a iniciativa privada são os principais elementos da dinâmica territorial. O resultado das ações e relações de poder entre esses protagonistas determinam o grau de impacto nos elementos que formam o território. Do ponto de vista teórico o conceito de território é bastante abrangente, mas as diversas veredas conceituais têm em comum a concepção de que ele está associado à soberania, relações de poder e controle, tendo também um caráter simbólico e emocional de posse.

A configuração territorial é produto e produtora de novas configurações. Ela define uma série de possibilidades de investimentos e, portanto, condiciona

a direção dos processos de concentração e desconcentração da economia. Mas a materialização desses processos se dá no bojo da articulação entre as estratégias concorrenciais das grandes empresas e a ação do Estado nos três níveis de governo, além, é obvio, dos processos sociais oriundos da sociedade civil. (MIN, 2003, p.14)

Conforme Costa (2012), o ordenamento territorial é mais do que um instrumento para intervenção do território, está relacionado à própria vivência de um povo, tendo assim sua finalidade orquestrada com o espaço na sua dimensão de totalidade e com as diversas territorialidades existentes. Mensurar uma política de ordenamento territorial requer um foco especial para com o espaço e para com o território. O espaço, pela sua unicidade-multiplicidade; o território porque carrega as múltiplas dimensões do espaço apropriado.

As categorias de análise espacial de território têm uma relação tênue, sendo impossível compreender o ordenamento territorial sem discernir sobre as diferenças conceituais entre território e espaço geográfico, conceitos esses que também estão sujeitos a uma grande gama de interpretações.

Sem desmerecer os demais pensadores dessas categorias, um dos geógrafos que mais avançaram nessa problemática, deixando uma grande base teórica metodológica foi o professor Milton Santos.

Para Santos (1978), espaço geográfico é uma fração delimitada do território, é tanto o teatro das ações da sociedade local com das influências externas e até mesmo estrangeiras, mesmo que nem sempre sejam de fácil percepção.

Existindo assim, diferentes tipos de espaços. Sendo eles: derivado - os princípios de organização devem muito mais à vontade longínqua do que aos impulsos ou organizações simplesmente locais; periférico - representa uma periferia, não no sentido geométrico ou de localização, e sim em relação a um centro situado em uma região mais desenvolvida; aberto - tem a função de atender as demandas externas, dos países industrializados; seletivo - tem como característica mais marcante um impacto de modernização ser extremamente pontual; incompletamente organizado - não é completamente organizado pelas vias de comunicações, nem tampouco utilizado ou transformado pelo trabalho; fracionado - é resultante de uma multiplicidade de decisões, cuja descontinuidade é responsável por uma soma de influências e de polarizados de várias espécies; não integrado - estão ligados a

polos exteriores a eles, e dotados de um poder indiscutível; instável - os elementos de modernização não realizam seus impactos ao mesmo tempo; diferenciado - as forças externas marcam sua formação e suas transformações.

Território são formas, mas o território usado refere-se aos objetos e ações, sinônimo de espaço humano. Atualmente, seu conceito transcende o tradicional recorte de região, sendo resultado de uma nova reconstrução do espaço e de um novo funcionamento, horizontalidades e verticalidades. Sendo a primeira categoria, o domínio da contiguidade daqueles lugares vizinhos, reunidos por uma continuidade territorial. Enquanto a segunda seria formada por pontos distantes uns dos outros, mas ligados por todas as formas de processos sociais (SANTOS et al., 1998).

Nessa perspectiva, o referido autor traz grandes avanços, logo inclui a categoria espaço no contexto de território, de forma que ambas estão hierarquizadas, porém associadas, e não subordinadas à noção de território apenas às características naturais, sejam elas estruturais ou climáticas.

Como podem ser observadas, as categorias território e espaço são cruciais para compreender e realizar o processo de ordenamento territorial. Mas apesar de ambas serem indissociáveis, ao passarem pelo prisma teórico metodológico, desmembram-se dando origem a diversos e distintos feixes conceituais, ficando o processo científico a incumbência da percepção, repleta de pressupostos, paradigmas e ideologias, ou seja, não existe um conceito formado de ordenamento territorial, de forma que ele é modelado conforme os interesses de determinados grupos, sejam eles, de caracteres os mais variáveis possíveis.

Forçar ou induzir a teoria a encaixar-se ou até mesmo justificar os modelos ou padrões de uso e ocupação do solo, pode vir a desencadear uma série de efeitos colaterais, principalmente socioambientais e socioeconômicos, que disseminem a seletividade dos espaços, de forma contraditória.

No caso do Brasil existem três modelos clássicos de ordenamento territorial, datados de 1942, 1970 e 1990, todos desenvolvidos e propostos pelo IBGE.

Para Contel (2014), o modelo de ordenamento/subdivisão do território nacional utilizado em 1942 era alicerçado na escola francesa. Colocando a região natural como base para regionalização nacional, devido: seu caráter, mas estável ao longo do tempo, em si comparando com as regiões humanas. O que tornava esse

critério mais operacional e didático. Ficando então a nação fracionada em cinco porções bem definidas, sendo elas: Norte, Nordeste, Leste, Sul e Centro-Oeste.

Já o arquétipo de 1970 estava fundamentado em três matrizes teóricas principais; a primeira era oriunda da escola anglo-saxã, que em grande parte se sustentava na retomada das ideias dos lugares centrais; a segunda tinha como eixo norteador o viés econômico, fundamentada na teoria dos polos de crescimento, segundo a qual as regiões podiam ser definidas como homogêneas, polarizadas e regiões-programa; a terceira, focada nas relações e hierarquias, mas partindo do pressuposto que o setor terciário era determinante nesse processo. Dessa forma, o Brasil passa a ser compartimentado em cinco grandes regiões: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

Em 1990, o Brasil possuía feições semelhantes à da realidade de 1970, mas é latente a espacialização de novas zonas produtivas, voltadas para o abastecimento nacional e supranacional, surgindo assim a necessidade de análises em escalas mais detalhadas, o que culmina em uma nova lógica de fragmentação territorial, Mesorregiões e Microrregiões. A primeira é o resultado de uma subdivisão dentro das unidades federativas, a partir de padrões/homogeneidades e a segunda a uma divisão da primeira, devido às peculiaridades que eles apresentam em relação ao todo.

Ambos os modelos têm em comum o princípio da subdivisão do território nacional para operacionalizar o desenvolvimento. Mas o Brasil é um país com dimensões continentais, de grande diversidade em suas características, desde as naturais até as culturais. Portanto a tarefa de ordenar as diferentes peculiaridades em um mesmo espaço de forma fidedigna, ou seja, agrupar de forma imparcial, para não comprometer o todo, é algo impossível, pelos menos do ponto de vista operacional. Para ordenar é necessário eleger critérios subordinados à percepção de quem os hierarquiza. O modo como essas variáveis são colocadas e ponderadas na equação resultam em distintos resultados. Os quais podem ser utilizados para justificar/afirmar ou até mesmo condenar uma matriz ideológica.

Outro fato incomum entre os modelos supracitados é o fato de deixar bem evidenciado que o ordenamento é a chave para o desenvolvimento. Mas crescimento econômico não é sinônimo de bem-estar social. Variável não



potencializada na equação governamental. Geralmente colocada como uma consequência natural da maximização do crescimento econômico, ou seja, havendo crescimento econômico, a população terá maior poder aquisitivo, por conseguinte, melhor qualidade de vida.

O que na realidade não se materializa, logo os modelos econômicos implantados e desenvolvidos no Brasil, no transcorrer de sua formação enquanto Estado/Nação, geram grandes quantidades de riquezas, mas as mesmas são concentradas em pequenos e privilegiados grupos sociais. Para tanto pode-se tomar como exemplo a cidade de São Paulo, considerada o centro econômico nacional, com o maior Produto Interno Bruto - PIB, do país e a segunda maior renda per capita. Que mesmo com esses ótimos indicadores socioeconômicos, apresenta elevados índices de violência e desemprego. Fatos esses que vão de encontro ao viés de que crescimento econômico proposto pela União, logo não resultaram melhorias sociais satisfatórias. É lógico que não se pode mensurar a realidade de uma nação, tomando como parâmetro apenas uma área específica, mas as escolhas de São Paulo como exemplo, foi devido toda uma apologia nacional que é feita a esta capital, atrelando a ela um fetichismo, que transcende o plano material (materialidades) até o espiritual (sonhos/esperanças).

No final no século XX, as tecnologias do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas - SIGs, começam a ser utilizadas de forma mais latente, como subsídios para análise e compreensão, dos processos de uso e ocupação do solo e suas implicações. Possibilitando o monitoramento nacional em uma escala temporal, que permite e facilita a tomada de decisões, de forma mais coesa. Potencializando e facilitando os estudos, realizados em compatibilidade com os parâmetros da proposta de ordenamento nacional em vigor (mesorregiões e microrregiões).

As aplicações de geotecnologias convertidas em ferramentas de sistematização e desenvolvimento de conhecimentos subsidiam o planejamento do uso da terra, elevando a eficiência da gestão territorial. O campo de aplicação das geotecnologias é muito vasto, contudo é possível relacionar alguns exemplos, que evidenciam a importância dessas ferramentas de suporte aos gestores. Entre estas incluem-se a elaboração e manutenção de banco de dados geográficos, a gestão física e de serviços de um território (BATISTELLA; MORAN, 2008).

## 1.5 Geotecnologias

### 1.5.1 Cartografia

A ideia de espaço geográfico e de como ele é construído, organizado e estruturado traduz-se na preocupação do geógrafo enquanto pesquisador. Nesse sentido, a inesgotável busca de conhecimento pelo estudo da realidade verificada nesse espaço geograficamente construído e que está em constante transformação, a necessidade do auxílio tecnológico é algo latente. (FITZ, 2008, p.19)

Mas a inclusão das tecnologias/digitais nos estudos geográficos, estão sendo vistas com certo receio pelos chamados geógrafos humanos, já na dita geografia física foram bem acolhidas. A história das ciências, sejam elas exatas ou da terra, humanas..., mostra que ao longo do tempo, a comunidade científica é muito relutante em romper com seus paradigmas e assimilar/aceitar o novo. Fato esse que se torna um contrassenso, já que um dos principais objetivos dos cientistas é a busca por novas descobertas, para que as mesmas possam se refletir no bem-estar humanidade.

A modelagem cartográfica baseada nas tecnologias do Sensoriamento Remoto e SIG possibilita identificar e analisar estruturas das paisagens, de forma clara e objetiva (CAVALCANTI, 2014).

Mas, para que essas análises sejam feitas de forma adequada, é necessário um amplo conhecimento cartográfico, caso contrário as informações armazenadas no banco de dados (BD) estarão passivas de má interpretação ou até mesmo analisadas de forma correta, mas dando origem a resultados incompatíveis com a realidade, devido a existência de erros cartográficos, seja no processo de confecção ou armazenamento de base digital.

Existe um grande debate nos fóruns de geotecnologias em relação aos problemas de caráter cartográfico nos projetos desenvolvidos em ambiente virtual. Pois a cartografia para o geoprocessamento é a principal ferramenta de auxílio à visualização gráfica e representação geográfica. Com base nesse contexto, sobressaem as constatações: ausência de bases cartográficas digitais de referência

que deem o necessário suporte aos diversos projetos de geoprocessamento; desconhecimento e despreparo em cartografia por parte de certas equipes de execução de projetos (MENEZES; FERNANDES, 2012).

As tecnologias do Sensoriamento Remoto e SIG têm correlações intrínsecas, porém são distintas. Fato não levado em consideração por muitos geógrafos. Culminado em uma produção científica assíncrona da realidade, que transcende o gabinete, forçando, em diversos casos, os produtos a materializarem uma realidade apenas plausível para o referido pesquisador.

Para desenvolver modelagens cartográficas em ambiente virtual é imprescindível a compilação teórica dos conceitos e normas cartográficas, para que o produto cartográfico tenha rigor científico, tornando-o algo plausível e de fácil interpretação.

Pode-se considerar que a elaboração do mapa temático da Geografia se insere em um contexto que envolve a busca de conhecimento e o esclarecimento quanto a certa interrogação a respeito da realidade que se tem interesse em desvendar e desenvolver. Assim, diante de questões a serem problematizadas pelo interessado na realização da representação, com vistas a estabelecer diretrizes que orientem a busca de respostas seja no âmbito da sociedade ou da natureza, inicia-se tal construção. (MARTINELLI, 2011, p.35)

Pensamento que reforça a modelagem digital, logo ele tem a mesma finalidade da cartografia e está embasada nos seus procedimentos teóricos e metodológicos, porém com a possibilidade de compilação das informações em um banco de dados geográficos (BDG), permitindo interseccionar as camadas sem a perda de fidedignidade cartográfica, ou seja, em momento algum a escala é distorcida.

Existe um clichê de que os produtos gerados em ambiente computacional não são confiáveis, logo os dados não representam o todo de forma correta/real. Sendo que até mesmo a representação bidimensional é passiva a distorções, fato que não pode ser negado nem tão pouco corrigido, no mais, pode ser atenuado. Para elucidar essa problemática basta fazer algumas reflexões simples: Como representar uma forma esferoidal em uma superfície plana? De que forma mensurar todos os elementos, fenômenos e suas respectivas correlações de forma imparcial?

Qual modelo de projeção utilizar para representar a distribuição política dos países, sem distorcer a realidade?

Para Salichtchev (1973 apud Martinelli, 2011, p.28), a cartografia é a ciência da representação e do estudo da distribuição espacial dos fenômenos da natureza e da sociedade, suas relações e suas transformações ao longo da escala temporal, por meio de representações gráficas em mapas - modelos icônicos - que produzem aspectos da realidade de forma gráfica e generalizada.

Christofolletti (1999) salienta que a modelagem é um procedimento técnico da abordagem teórica e objetiva atender os requisitos envolvidos nas diretrizes metodológicas da pesquisa científica. De forma que os modelos são importantes para construir elos entre os níveis da observação e as proposições teóricas.

Fitz (2008) afirma que a inclusão das geotecnologias na geografia não implica no surgimento de uma nova ciência, e sim em uma nova abordagem epistemológica da ciência. Configurando-se, portanto em uma nova forma de leitura e modelagem do objeto de estudo da geografia.

Independente da tecnologia utilizada para coletar, interpolar e gerar o resultado, seja ele em 2D ou 3D, a percepção do geógrafo e seus consensos teóricos e metodológicos, seja ele rotulado de físico ou humano, é que vão conduzir a materialização de um resultante. O qual só representa um fragmento da realidade pretendida, o que não desmerece sua funcionalidade, enquanto tentativa de explicar a realidade.

É necessário salientar que as tecnologias absorvidas pela geografia são excelentes subsídios instrumentais, mas não passam disso. Elas por si só não sustentam a realidade vivida e discutida pelas diversas correntes do pensamento geográfico, ou seja, programas computacionais e tecnologias orbitais ou terrestres devem ser concebidos como procedimentos e produtos primários, os quais sempre devem estar subordinados ao método(s) de estudo(s) escolhido(s) pelo pesquisador.

Em meio a atual conjuntura de produção cartográfica, a tecnologia nos está permitindo repensar como são e serão apresentados os mapas. Ou seja, como a computação gráfica, linguagens de programação, web e sistemas de bancos de dados - trazendo processos mais interativos e dinâmicos - influenciam a construção e apresentação dos mapas. Há uma reestruturação da relação humana com os mapas, alterando tanto a forma

de apresentação quanto o uso que será conferido a esses mapas. (PETERSON, 1995 apud MENEZES; FERNANDES, 2012, p.196-197)

Com base no contexto, observa-se que a cartografia digital é uma necessidade latente, logo dinamiza os processos e procedimentos sem comprometer a qualidade do resultado, isto é, quando está alicerçada nas normas cartográficas. Deve-se ressaltar que a inclusão de um sistema binário em ambiente computacional aplicado a cartografia não desmerece nem tão pouco promove uma ruptura nesse ramo do conhecimento.

Um dos princípios básicos das ciências, independentemente de suas especificidades, é avançar para poder proporcionar melhorias na qualidade de vida da humanidade, seja de forma direta ou indireta. Processo no qual a cartografia com os demais ramos do conhecimento já vem fazendo no transcorrer do tempo. Deve-se deixar bem claro que a evolução de um ramo do saber nem sempre é sinônimo de fracionamento ou surgimento de uma nova ciência.

Sendo assim a cartografia está passando por um processo natural de avanço, precedido pela história cristã. Os mapas mais antigos encontrados, até o presente momento, datam de aproximadamente 2.500 anos a.C. Estando as tecnologias do sensoriamento remoto e SIG na vanguarda desse processo de evolução, logo possibilitam a confecção de produtos cartográficos temáticos mais precisos, com menores custos e mais rápidos.

Os vários sistemas de sensores disponíveis atualmente possibilitam aplicações ambientais em diferentes escalas e abrangências geográficas. Assim, desde a contaminação fitossanitária da arborização urbana até o monitoramento da floresta amazônica, a análise de risco e ocupação do território ou do impacto ambiental, entre muitas outras aplicações depende atualmente do uso de geoinformações (BATISTELLA et al., 2008).

#### 1.5.2 Sensoriamento Remoto

Segundo Florenzano (2011), é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de informações da superfície terrestre por meio de captação e energia

refletida ou emitida pela superfície dos alvos. O termo sensoriamento refere-se à captação de dados por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas e orbitais. Já a expressão remota, significa distante, é usado porque a aquisição das informações é feita sem contato físico entre o sensor e os alvos.

Conforme Jensen (2009), as informações provenientes do sensoriamento remoto são baseadas no desenvolvimento de uma relação determinística entre a quantidade de energia eletromagnética refletida, emitida, ou retroespalhada em bandas ou frequências específicas e as características químicas, biológicas e físicas dos fenômenos em investigação.

Para que exista a captação desses dados os referidos sensores necessitam de energia, classificando-os em dois grupos: ativos e passivos.

Os sensores ativos são aqueles que possuem sua própria fonte de energia. Eles enviam energia em direção aos alvos para captar sua reflexão. Já os passivos, precisam de fontes externas para aquisição da reflexão dos objetos, usando assim a energia emanada pelo sol. Em relação ao tipo de produto gerado, os sensores subdividem-se em: imageadores e não imageadores. No primeiro caso, eles traduzem as informações coletadas em imagens, no segundo caso, o produto coletado é traduzido em forma de gráficos e dados digitais diversos (FITZ, 2008).

A energia usada para o sensoriamento remoto é a radiação eletromagnética, a qual se propaga em forma de ondas, na velocidade da luz, ou seja, 300.000 km/s. sendo medida em frequência, unidades de hertz (Hz) e seus submúltiplos, quilohertz ( $1 \text{ KHz} = 10^3$ ), e mega-hertz ( $1 \text{ mHz} = 10^6$ ); e em comprimento de onda ( $\lambda$ ) em unidades de metro e seus submúltiplos, como micrometro ( $1 \text{ }\mu\text{m} = 10^{-6}$ ) e o nanômetro ( $1 \text{ nm} = 10^{-9}$ ) (FLORENZANO, 2011).

Em relação aos estudos geoambientais, o comprimento de onda tem um papel de destaque, mais especificamente os espectros situados nas faixas do visível ( $0,4 - 0,5 \text{ }\mu\text{m}$  = azul,  $0,5 - 0,6 \text{ }\mu\text{m}$  = verde,  $0,6 - 0,7 \text{ }\mu\text{m}$  = vermelho), possibilitando a composição colorida de imagens; do infravermelho ( $0,7 - 1,75 \text{ }\mu\text{m}$ ), subsidiando estudos como os de estresse hídrico da flora; e infravermelho termal ( $10,4 - 12,5 \text{ }\mu\text{m}$ ), possibilitando análises do comportamento termal dos objetos. Para analisar os resultantes dessas informações é necessário hierarquizar parâmetros para que os resultados sejam provenientes de estudos com rigor científico.

No que diz respeito aos processos de captação das ondas do espectro eletromagnético existem especificações técnicas que os pesquisadores devem estar atentos para não comprometer ou maximizar os custos das análises. Portanto a escolha do sensor ou sensores deve estar atrelada as especificidades do projeto, para que o mesmo não venha a proporcionar resultados incompatíveis com o grau de detalhamento desejado.

Deve ser deixado bem evidenciado que não existem imagens de satélite. Ocorre que os sensores, acoplados aos seus respectivos satélites, captam a refletância dos objetos desejados e as converte em pixels, através de um processo estatístico. Logo cada sensor tem uma resolução espacial, ou seja, se o pixel que o equipamento capta é de 30 m, como no caso do satélite Landsat 5, bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 todos os objetos menores que 30 m, serão representados no mesmo pixel, e para tanto serão utilizados procedimentos estatísticos para designar um valor entre 0 e 255 bits para representar esse agrupamento de elementos em um mesmo pixel.

Fitz (2008) explica que as características técnicas dos sensores dependem das resoluções:

- Temporal - Espaço de tempo que o sensor leva para obtenção da mesma cena;
- Espacial - Capacidade óptica do sensor em relação ao seu campo de captação;
- Espectral - Eficácia do sensor para absorção do espectro eletromagnético em canais específicos;
- Radiométrica - Quantidade de níveis de cinza presentes na imagem, normalmente apresentadas na forma de valores binários ou bits;
- Digital - Número de bits agrupados por polegada (2,54 cm<sup>2</sup>).

A compreensão do que é um bit e de sua relação com a qualidade do produto oriundo da captação dos sensores instalados nos satélites é imprescindível para o manuseio, análise e interpretação dos produtos binários convertidos ou representados por cores específicas.

A representação de um bit é feita através de potência. Assim, 1 bit  $2^1 = 2$  tons de cinza (preto e branco); 8 bits,  $2^8 = 256$  níveis de cinza; 16 bits,  $2^{16} = 65.536$  tons de cinza, e assim por diante (FITZ, 2008, p.116).

Florenzano (2011) propõe uma chave de interpretação de imagens baseada em:

- Tonalidade - Usada para interpretar imagem em tons de cinza, quanto mais luz o objeto reflete mais claro ele é representado;
- Cor - As distintas respostas espectrais dos alvos facilitam suas identificações;
- Textura - Lisa ou rugosa, possibilitando discernir formações distintas, mas com uma resposta espectral semelhante; no caso do relevo quando a textura é lisa significa que ele é plano;
- Tamanho - A escala do objeto permite uma fácil distinção entre objetos (casa de galpão, estrada de aeroporto...);
- Forma - Regulares e irregulares, suas configurações geométricas dinamizam a identificação, e direcionam para certas interpretações geoespaciais (crescimento urbano planejado, área de atividade agrária...);
- Sombra - A partir dela outros elementos como forma e tamanho podem ser inferidos;
- Padrão - Ajuda a identificar objetos devido ao arruamento espacial;
- Localização - Situa os objetos em pontos específicos da paisagem.

Conforme Florenzano et al. (2007), interpretar uma imagem é dar um significado as informações nela representadas e identificadas, a experiência de quem analisa é um resultado diretamente proporcional à qualidade e quantidade das informações extraídas. O conhecimento prévio da área interpretada facilita o processo análise e minimiza a probabilidade de erros.

Fitz (2008) atenta para questão da composição das bandas espectrais no ambiente do SIG, que são feitas de duas maneiras: cores verdadeiras e falsas cores. Na primeira, as imagens são apresentadas em cores naturalmente percebidas pelo olho humano. Já na segunda, são feitas diferentes composições do espectro eletromagnético visível. Passando ainda por um processo de Tratamento Digital de Imagem - TDI ou Processamento Digital de Imagem - PDI, objetivando realçar as cores.



O TDI ou PDI possibilita ao pesquisador destacar objetos específicos da paisagem, facilitando e melhorando o processo de interpretação. Tomando como parâmetro os sensores do satélite Cbers 2, a composição colorida B 1 = B, B 2 = G e B 3 = R, resultará em uma imagem de composição verdadeira, dificultando estudos relacionados a vegetação; já o arranjo B 2 = B, B 3 = G e B 4 = R originará uma imagem de falsa cor, na qual a flora é representada pela cor vermelha.

Liu (2007), outra maneira de identificar um alvo é através de sua assinatura espectral, logo cada objeto possui uma curva singular de energia no espectro eletromagnético, que é conhecida como assinatura espectral.

Qualquer objeto com temperatura acima de 0°k se manifesta em uma energia singular no espectro da onda eletromagnética que pode ser detectado. Os sensores de satélite são desenvolvidos para captar essa energia emitida ou refletida pelos diferentes objetos. Os sinais podem estar na faixa da radiação solar, que são energias refletidas ou emitidas pelo alvo e registradas pelos sensores de ótica, e na faixa de micro-ondas, que são registrados como energias eletromagnéticas polarizadas pelos sensores do radar. Diferentes objetos emitem e refletem diferentes energias singulares no espectro eletromagnético. Portanto, as técnicas de sensoriamento remoto são desenvolvidas para captar e identificar as energias manifestadas pelos diferentes objetos. (LIU, 2007, p.17)

No atual estágio de desenvolvimento da sociedade, as transformações nas paisagens e as configurações de poder tornam-se cada vez mais explícitas e fugazes. A tecnologia do sensoriamento remoto apresenta-se como um instrumento plausível para interpretação e mensuração dessas dinâmicas geográficas. Possibilitando análises multitemporais dos fenômenos que estão se materializando ou provocando transformações no espaço geográfico.

No Brasil o uso de fogo é uma prática cultural para o manejo da terra e tem causado monta. Na estação seca, entre junho e setembro, são muito comuns na região do Brasil Central, onde predomina a vegetação do cerrado, assim como nas fronteiras de colonização da Amazônia Legal. Nesse caso, existe a prática da derrubada das florestas tropicais, com a consequente extração da madeira, seguida da queimada da biomassa restante para a limpeza da área, visando à implementação de pastagens. As pastagens são queimadas anualmente para uma reborda mais rápida após o período de estio, pois uma grande quantidade de nutrientes é retida nas cinzas. Entretanto, após alguns anos o solo se degrada, e o agropecuarista opta por derrubar e queimar uma nova área da floresta, criando um círculo vicioso que vem alterando rapidamente o meio ambiente da Amazônia Legal. (FERREIRA et al., 2004, p.44-45)

Deve-se deixar bem claro que no transcorrer das análises de objetos oriundos de sensores, sejam eles de plataformas orbitais ou não, a visão humana tem limitações, não conseguindo discernir diferenças visuais em imagens com mais de 300 dpi (300 pontos por polegada quadrada, o equivalente a uma área de 2,54 por 2,54 cm). Existindo também o fato de que as imagens captadas são agrupadas pelo cérebro, de forma que elas tendem a materializar feições familiares. Características comprometedoras para certos estudos ambientais, passíveis de análises pontuais.

A identificação de objetos em imagens produzidas por sensores remotos mediante interpretação visual é eficaz quando o interesse é acessar as características geométricas e aparência geral desses objetos. Contudo, vale lembrar que as imagens são compostas por pixels, e que a visão humana permite a extração de informação mediante a análise de inúmeros pixels em conjunto, e não de forma isolada. (PONZONI et al., 2012, p.67)

Para suprir essa dificuldade são utilizados algoritmos no ambiente do SIG. Atualmente eles possibilitam dois modelos de classificação: por pixel ou por região. Ficando a critério do pesquisador a escolha do procedimento geoestatístico. Deve-se ressaltar que dados idênticos podem gerar produtos com características bem distintas.

Sendo assim, cabe ao pesquisador aplicar os dois modelos estatísticos de interpolação de dados, e em seguida verificar em campo, qual deles foi mais fidedigno à realidade. Fato mais difícil de mensurar quando as variáveis estão relacionadas a fenômenos abstratos. Nesse caso, faz-se necessário tangenciar e ponderar um conjunto de variáveis que permitam um breve deslumbre da realidade, pois é impossível representar o todo.

Os algoritmos responsáveis pela efetiva realização da classificação em ambiente digital recebem o nome de classificadores. Subdivididos em classificadores pixel a pixel e por regiões. O primeiro utiliza apenas as informações espectrais de cada pixel para definir as regiões homogêneas, e fundamenta-se em métodos estatísticos ou determinísticos; o segundo, além de usar a informação espectral de

cada pixel, utiliza as relações espaciais que envolvem seus vizinhos (PONZONI et al., 2012).

Não existe um algoritmo padrão ou universal, logo cada situação/fenômeno estudado tem peculiaridades fisiográficas e temporais singulares, podendo existir em certos casos que possuam semelhanças. Mesmo assim, ainda haverá diversas peculiaridades que tornam o fenômeno único e impossível de ser mensurado de forma fidedigna. Situação contornável, porém, com certo grau de deturpação, através do processo de distinção dos fenômenos a partir de seus gatilhos e seus resultantes.

Sendo assim, um algoritmo utilizado para controle de dados referentes a queimadas, não poderá ser utilizado para análises que transcendam esse fenômeno específico. Caso isso ocorra, os dados serão deturpados ainda mais, ficando fora do limite plausível de erro. Quanto maior a necessidade de confiabilidade da informação, maiores são as variáveis envolvidas e menores são as generalizações. Desse modo, um algoritmo desenvolvido para um fenômeno específico pode vir sanar o problema das análises dos dados de forma geral, mas nunca de maneira específica. Pois, por mais semelhanças que o todo apresente, existirão peculiaridades únicas para os objetos envolvidos, impossíveis de serem repetidas na natureza.

Sendo assim, o viés da problemática é o grau de erro aceitável/plausível, situação que depende da relação escala espacial/temporal e objetivos do trabalho a serem alcançados. Ficando a cargo dos que desenvolvem o trabalho/pesquisa chegarem a um consenso sobre uma margem de aceitação. Mesmo assim ele continua existindo, porém de forma controlada, fazendo muita diferença nas análises oriundas dessas informações ou nos possíveis produtos a serem confeccionados, facilitando a tomada de decisões em múltiplas escalas (estado/sociedade/capital privado).

Nosso futuro comum depende do uso dos recursos naturais com o desenvolvimento sustentável da economia. Para isso se concretizar, nossa cultura utiliza-se de modelos matemáticos para gerar prognósticos ambientais, visando auxiliar os tomadores de decisões da nossa sociedade. (FERREIRA et al., 2004, p.54)

A tecnologia do sensoriamento remoto por si só não consegue atingir sua eficácia máxima sem a utilização de um SIG, logo esse *software* possibilitará a utilização das informações provenientes dos sensores em múltiplas escalas espaciais e temporais, possibilitando análise, interpretação, edição e confecção de distintos produtos cartográficos temáticos.

### 1.5.3 Sistemas de Informações Geográficas - SIGs

Conforme Câmara et al. (2001), a coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. Até recentemente, no entanto, isto era feito apenas em documentos e mapas em papel, isto impedia uma análise combinatória entre diversos mapas e dados. Com o desenvolvimento simultâneo, na segunda metade do século passado da tecnologia de informática, tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional, abrindo espaço para o aparecimento do geoprocessamento. É uma tecnologia interdisciplinar, que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos. Ou ainda, que “o espaço é uma linguagem comum” para as diferentes disciplinas do conhecimento. O que facilita a compilação e interpretação dos dados obtidos pelo SIG.

Afonso (2002), explica que o SIG é uma coleção organizada de hardware, software, dados geográficos e pessoal envolvido no trabalho, projetado para capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e apresentar todas as formas de informações referenciadas geograficamente.

Christofolletti (1999) salienta que as perspectivas da análise espacial são importantes para as aplicações nas pesquisas ambientais e socioeconômicas porque as distâncias entre os locais e os fenômenos são fatores relevantes para determinar as correlações entre eles, de maneira que as distribuições espaciais das ocorrências não são independentes.

Fischer; Nijkamp (1993 apud Christofolletti, 1999, p.31), os SIGs e a modelagem possuem interconexões as quais objetivam:

- Os estudos nos padrões e fluxos espaciais, nos quais as diferenças espaciais em diversas dimensões podem ser visualizadas a partir de representações estatísticas ou por resultados gerados nos SIGs. A escolha da utilização do SIG ou da técnica estatística dependerá da complexidade do padrão a ser representado;
- As análises explicativas e preditivas, e os modelos espaciais geralmente são mais poderosos do que os SIGs no desenvolver de experimentos numéricos precisos, mas seus resultados podem ser retomados pelos SIGs como entrada visando à apresentação computacional mais adequada.

No ambiente de um SIG, as informações são armazenadas em um BDG, conforme suas especificações técnicas. Os possíveis padrões de entrada/saída das informações podem ser vetoriais ou matriciais.

Os vetores estão subdivididos em linhas, segmento A/B, B/C..., sem realização de conexão direta de qualquer um dos segmentos posteriores ao primeiro. No caso de A, ou predecessores das seções posteriores a A; ponto, representação fechada, preferencialmente preenchida e que não representa uma forma específica, sendo comumente usada para marcar/identificar uma materialidade; polígono segmento de A/B, B/C..., com a existência de contato direto de uma secção posterior a A, formando uma área fechada.

As matrizes ou imagens subdividem-se em dois grupos, as com o valor de Z, ou seja, são aquelas representadas por falsas cores e nelas estão agregados aos pixels os valores altimétricos; e as sem o valor de Z, normalmente são matrizes oriundas de sensores de satélites imageadores, que permitem a visualização da resposta espectral dos objetos que estão sob o sensor.

Independente dos modelos dos arquivos contidos no BD, eles são ordenados em camadas distintas, mas, passíveis a interconexões diversas, tendo como limitação apenas as variáveis preestabelecidas pelo operador. Deve-se ressaltar que cada camada possui subdivisões bem estruturadas e coesas, característica que permite interpolações com informações internas de uma mesma camada, ou seja, sem a necessidade de possuir mais de uma camada no ambiente do SIG, para a realização da modelagem.

O resultado dessas sobreposições ou intersecções é uma fração da realidade que permite ao pesquisador, reconstituir e simular cenários, servindo de subsídio para compreensão de frações da realidade, as quais são passíveis de visualização, através de mapas/cartas ou imagem em 3D.

Conforme Liu (2007), o banco de dados de um SIG é capaz de gerar cinco tipos de dados, sendo eles:

- Temáticos - Representação matricial ou vetorial;
- Cadastrais - Pontos georreferenciados com coordenadas vetoriais e seus atributos no BD;
- Imagens de Sensoriamento Remoto - Matrizes digitais georreferenciadas;
- Redes - Forma em linhas vetoriais georreferenciadas com a topologia em arco-nó e seus atributos no BD;
- Modelos Numéricos do Terreno (MDE) - Grades retangulares com modelo matricial ou triangulares com representação vetorial e a topologia arco-nó/isolinhas ou representação vetorial sem topologia.

Para Batty (1993 apud Christoforetti, 1999, p.31) os produtos resultantes das análises devem ser cartografáveis, logo os SIGs são geotecnologias que proporcionam resultados visuais e orientadas para a graficacia. Como os frutos das análises espaciais devem ser disponibilizados sob forma gráfica e mapeável, o produto não deve ser apenas um conjunto de valores geoestatísticos ou parâmetros para um modelo. A característica da visualização é importante na compreensão espacial, alicerçando o paradigma da análise espacial exploratória.

Em relação à operacionalidade das informações geoespaciais, elas podem ser divididas em dados de referência e temáticos. O primeiro são os que proporcionam dados genéricos, elaborados como bases imprescindíveis para o referenciamento geográfico de informações. Constituindo-se em insumos básicos para o georreferenciamento e contextualização geográfica dos produtos cartográficos secundários. Já os dados geoespaciais temáticos são aqueles sobre um fenômeno específico, incluindo valores qualitativos e quantitativos, que se referem principalmente aos dados de referência (MENEZES; FERNANDES, 2012).

Atualmente o Brasil vem estruturando sua base de dados primários digitais com a finalidade de compreender, mensurar, acompanhar, intervir e estimar a dinâmica territorial. Sendo que essa estruturação de dados digitais não ocorre de forma coesa entre as agências responsáveis. É lógico que um único órgão governamental não daria conta da tarefa, nem tão pouco teria a sensibilidade específica que cada setor precisa. Sendo assim, o questionamento feito é em relação a assincronia e a desuniformidade técnica das informações no processo de socialização dos dados entre as agências governamentais. Problemática que compromete a integridade dos produtos primários e consequentemente das cartas temáticas secundárias.

Essa dificuldade operacional estende-se aos SIGs. Sendo comum a utilização de softwares específicos em setores do governo. Como no caso do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, que tem como SIG oficial o QGIS. Ele é livre, mas não tem uma garantia oficial de continuidade e manutenção, tornando-se um grande contrassenso, já que o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE disponibiliza de forma gratuita o SIG SPRING. Este atualizado periodicamente, tendo a capacidade de trabalhar com uma base de dados robusta.

A infraestrutura de dados espaciais (IDE) relacionada ao conjunto integrado de tecnologias, padrões, políticas, arranjos institucionais e recursos humanos é necessária para facilitar a oferta, o acesso e o uso de dados e informações geoespaciais, constituindo em um meio de descoberta, avaliação e aplicação de dados geoespaciais a usuários e provedores de todos os níveis de governo, do setor privado, da sociedade civil organizada, academia e cidadãos em geral. (GSDI, 2004, apud MENEZES; FERNANDES, 2012, p.200)

Faz-se necessário salientar que os SIGs são programas que tem suas operações balizadas por procedimentos geoestatísticos, de forma que a falta de domínio por parte do usuário do SIG em relação a esses procedimentos compromete a seguridade dos dados resultantes dos processos realizados no ambiente do *software*. Problemática nem sempre levada em consideração pelos usuários desses programas que geralmente optam por utilizarem os procedimentos automáticos ou considerados como padrões. Gerando produtos de caráter duvidoso

devido ao desconhecimento do comportamento geoestatístico das variáveis utilizadas para gerar dados secundários, independentemente do grau de confiabilidade de sua base de dados primária.

#### 1.5.4 Geoestatística

O estudo geoestatístico tem como ponto de partida um conjunto de observações que constituem uma amostra. As observações, de natureza quantitativa e qualitativa, são usadas para inferir as propriedades do fenômeno espacial em estudo. Na realidade, o fenômeno espacial desconhecido representa a população da qual uma amostra foi extraída. (YAMAMOTO; LANDIM, 2013, p.19)

As leituras e interpretações dos fenômenos transcorrentes na paisagem e suas inter-relações, apoiadas apenas em análises descritivas, sejam elas em campo ou em gabinete, sustentadas por interpretações de frações da realidade absorvidas pelo pesquisador, compromete a cognoscibilidade dos resultados e induz futuras interpretações distorcidas da realidade.

Com a fugaz inserção das tecnologias do sensoriamento remoto e SIG, como subsídio instrumental para a geografia. A problemática acima explanada vem se agravando, logo essas geotecnologias foram indexadas como aparatos instrumentais que otimizam a compreensão dos objetos dispostos na paisagem, a partir de: assinaturas espectrais, padrão morfométrico, termodinâmica, entre outros.

Os resultantes dessas geotecnologias são oriundos de uma gama de procedimentos geoestatísticos que tem em comum o fato de materializarem uma determinada realidade através de processos de interpolações, os quais resultam em produtos distintos, mesmo utilizando variáveis idênticas e na mesma quantidade.

A automatização/instrumentalização sem a compreensão teórica e metodológica dos procedimentos geoestatístico também culminam em sínteses da dinâmica da paisagem.

Outro procedimento bem comum nos estudos de caráter geográfico são as tentativas de explicar a realidade a partir de médias aritméticas, tendo como



consequência uma realidade na qual todos os objetos/indivíduos são colocados em um mesmo patamar, o que maquia a magnitude do fenômeno.

Deve-se deixar bem evidenciado que a geoestatística está implícita na geografia, mas não nos moldes da geografia teórica quantitativa, da quantificação como eixo norteador e sim no viés de subsídio complementar para tentativa de mensuração e explicação de uma provável realidade. Logo existem variáveis passivas de serem quantificadas e hierarquizadas, possibilitando além do pesquisador, outros possam ter acesso aos procedimentos empregados, permitindo a comparação entre os resultados e outros métodos, e culminando na validação ou negação desses.

A qualidade essencial de uma estimativa não é simplesmente associar um valor a um ponto ou a um bloco, mas também associar a essa avaliação uma ideia da qualidade da estimativa, dimensionando o erro existente, ou seja, é necessário que se saiba quão distante o valor atribuído pode estar do valor real. A geoestatística, por intermédio da *krigagem*, fornece uma estimativa do ponto ou do bloco e, juntamente como ela, uma medida de acuracidade dessa estimativa. (ANDRIOTTI, 2010, p.134)

A *krigagem* é um processo geoestatístico de estimativa de valores de variáveis ordenadas no espaço e/ou tempo, com base em valores adjacentes considerados interdependentes pela análise variográfica. Podendo ser comparado com métodos tradicionais de estimativas por médias ponderadas ou móveis, porém a diferença primordial é que somente a *krigagem* apresenta estimativas não tendenciosas e a mínima variância associada ao valor estimado (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

A possibilidade de interpolar os valores por blocos ou de forma pontual são de suma importância para os estudos que necessitem de mensuração de dados ou confecção de produtos cartográficos. Estando a escolha do método de interpolação atrelado à escala espacial pretendida. Permitindo que um mesmo fenômeno possa ser estudado em múltiplas escalas sem comprometer o coeficiente de fidedignidade.

É necessário salientar que esse método estatístico possui variáveis que devem ser levadas em consideração, estando elas atreladas ao perfil das amostras.

Os mapas de *krigagem* de blocos são mais suavizados do que os de *krigagem* pontual, isso é desejável quando se almeja estudar padrões regionais em vez de feições locais. Já os de *krigagem* ordinária estima, em qualquer lugar, exceto nos locais onde se dispõe de observações de campo, nos quais ela reproduz o valor médio, nos pontos de controle, o erro quadrático médio desaparece; *krigagem* simples, considera a média como conhecida, sendo adotada quando existem muitas informações. O primeiro modelo é o mais usado, porque não exige conhecimento nem estacionariedade da média sobre toda área estudada (ANDRIOTTI, 2010).

Yamamoto; Landim (2013) atentam para o procedimento geoestatístico da *cokrigagem*, pelo qual se podem estimar inúmeras variáveis regionalizadas em conjunto com base na correlação espacial entre si. Caracterizando-se, em uma extensão multivariada do método de *krigagem*, quando para cada local amostrado, obtém-se um vetor de valores no lugar de um único valor.

Para Genú (2004), *krigagem* tem como base os dados amostrais da variável regionalizada e as propriedades estruturais do semivariograma obtido a partir destes dados o que permite visualizar o comportamento da variável na região através de um mapa de isolinhas ou de superfície. Já a *cokrigagem* é um procedimento geoestatístico segundo o qual diversas variáveis regionalizadas podem ser estimadas em conjunto, com base na correlação espacial entre si. É uma extensão multivariada do método da *krigagem* quando para cada local amostrado obtém-se um vetor de valores em lugar de um único valor.

Conforme Salviano (1996 apud Genú, 2004, p.5), o semivariograma é a ferramenta que analisa o grau de dependência espacial entre as variáveis dentro de um campo experimental, além de definir parâmetros necessários para a estimativa de valores para locais não amostrados, através da técnica de *krigagem*. Já o variograma é o recurso que permite descrever quantitativamente a variação no espaço de um determinado fenômeno regionalizado.

Os procedimentos de geoestatística, com estimativas de incerteza, incluem, obrigatoriamente, um novo componente aos dados espaciais, ou seja, a informação de incerteza. Essa informação, além de qualificar o dado espacial, se propaga em análises simples, como, por exemplo, a geração de um mapa de declividade a partir de um modelo digital de elevação, e em modelagens computacionais que envolvam várias representações de dados

espaciais e também diversas formas de operações relacionando esses dados. (FELGUEIRAS, 2001, p.169)

O princípio da incerteza/probabilidade é uma variável complexa no ambiente de uma pesquisa. Complexibilidade essa que é potencializada, quando as lacunas entre as variáveis são mensuradas e espacializadas, no banco de dados de SIG, a partir de procedimentos geoestatísticos. A razão entre a distância e a quantidade de pontos de controle está diretamente relacionada à qualidade do resultante. Tornando de suma importância o processo de reambulação dos dados secundários, oriundos da modelagem geoestatística. Não existe um consenso no atual estado da arte, referente à quantidade de amostras necessárias para quantificar um fenômeno de forma aceitável em um determinado raio de alcance.

A modelagem constitui procedimento teórico envolvendo um conjunto de técnicas com a finalidade de compor um quadro simplificado e inteligível do mundo, como atividade de reação do homem perante a complexidade aparente do mundo que o envolve. É procedimento teórico, pois consiste em compor uma abstração da realidade, em função das concepções de mundo, trabalhando no campo da abordagem teórica e ajustando-se a/ou orientando as experiências empíricas. A componente técnica reveste-se da formalização perante os objetos específicos, conforme as regras aplicadas em sua estruturação e absorvendo as categorias de informações disponíveis. Nessa abrangência, a modelagem ambiental possui a função de representar os fenômenos da natureza e de estabelecer delineamentos para elaboração de novas hipóteses no contexto das teorias e leis físicas, favorecendo com que os enunciados sejam formulados de modo adequado para testes visando a ratificação ou refutação. (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.19)

Atualmente a modelagem de dados geoespaciais vem ocupando um papel de destaque no que concerne ao planejamento ambiental, possibilitando aos mais variados profissionais trabalharem com múltiplas camadas de dados e consequentemente realizarem prognósticos para inúmeras possibilidades nos mais variados cenários, de forma bem mais precisa e rápida. Existindo ainda a possibilidade de gerar produtos cartográficos temáticos dos resultantes obtidos através da interpolação das variáveis.



- Semântico - Processo de interpretação dos dados, chegando aos resultados conclusivos a partir das informações selecionadas e correlacionadas nas etapas anteriores;
- Normativo - Refere-se à fase da pesquisa em que o produto se torna modelo.

Para estimar um fenômeno e/ou um cenário nos moldes da proposta supracitada é necessário usar os subsídios da geoestatística, sensoriamento remoto e SIG. Essa tríade possibilitou a realização de análises multitemporais da dinâmica de uso e ocupação do solo e seus reflexos na paisagem. A explícita adoção desse aparato técnico instrumental não tem como finalidade uma retomada da geografia teórica quantitativa, a qual estava focava na quantificação dos resultantes sem realizar o *link* com a sociedade. E já que a geografia é uma ciência humana, o homem é seu objeto de estudo, entretanto, para compreendê-lo é imprescindível entender a dinâmica entre os elementos que o cercam, caso contrário, a análise será deturpada.

Isso não significa que os fenômenos passivos de quantificação representam uma verdade absoluta. Eles são um possível vislumbre da realidade. Situação que não os colocam em uma posição inferior, muito pelo contrário, os enaltecem, pois são uma tentativa louvável de estimar os fenômenos geofísicos, possibilitando assim noções de prováveis resultantes para determinadas conjunturas. É uma ilusão o homem achar que consegue compreender a natureza em toda sua magnitude. A mente humana não tem capacidade de processar as distintas relações entre os elementos da paisagem e, por conseguinte ponderar de forma exata cada variável.

O modelo de tratamento geoestatístico utilizado foi a krigagem linear, porque ela é um método possibilístico, sendo assim, os valores incluídos no BD serão extrapolados para mais e para menos. A escolha de outro método estatístico seria um contrassenso teórico e metodológico, logo, não é possível incluir valores exatos no BD e a partir deles realizar análises e interpretações, isto é, no caso da pesquisa em questão. Deve-se enfatizar que as informações introduzidas em um BD são provenientes de uma gama de processos estatísticos prévios, que tem como uma de suas finalidades primordiais preencher lacunas entre os pontos de coletas, ou seja, realização de regressão linear para suprir as lacunas. Sem contar o fato de que em

muitos casos são necessárias correções no próprio dado, por causa de interferências de outros fenômenos. Problemática que torna imprescindível a compreensão do comportamento dos alvos no ambiente do SIG, e para tanto é necessário entender as concepções teóricas determinantes dos procedimentos no SIG. A incompreensão das teorias norteadoras das rotinas culmina na geração de produtos que não usufruem de validade científica, pois, um dos princípios dos métodos científicos é a plena compreensão do produto, para que o mesmo possa ser testado/retestado e validado.

Conforme Christofletti (1999), os procedimentos metodológicos usados na análise dos fenômenos estão relacionados com a natureza do objeto de estudo e com a percepção do cientista. Ao lado da estrutura conceitual existe a necessidade de que ocorra a disponibilidade de instrumentação tecnológica para coleta de informações e efetiva ação analítica. O desenvolvimento tecnológico possibilita a produção de novos equipamentos mais capazes e adequados às pesquisas, ampliando a obtenção de informações, a compreensão, o diagnóstico e o manejo dos sistemas de informações.

A análise integrada da paisagem é um caminho teórico e instrumental complexo, logo, além da compreensão das variáveis naturais e antrópicas, é imprescindível entender suas mais intrínsecas correlações. Mas, como conseguir o pleno domínio desse conjunto? Conforme já foi explicitado é impossível. Caso o pesquisador pense ou deduza ter conseguido, ele nada mais fez do que forçar uma realidade para encaixar ou validar seu texto/pesquisa. Sendo assim, a abordagem geossistêmica só é possível de ser realizada no campo teórico, ou seja, ela é um modelo do que seria o correto, tendo como ângulo analisar o conjunto e não apenas os elementos. Felizmente ou infelizmente o homem é incapaz de tal compreensão. Por mais que o pesquisador tente ser imparcial ele traz consigo uma carga de conceitos e afinidades com certas questões que direcionam a pesquisa, ou seja, a desintegra, do ponto de vista da análise e não do resultado.

O Geossistema é um sistema natural, complexo e integrado, no qual existe circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pela ação antrópica. As interferências do homem poderão desencadear pequenas alterações no sistema, afetando algumas de suas características, porém estas serão perceptíveis apenas em microescala e nunca com tal intensidade que o

Geossistema seja totalmente transformado, descaracterizado ou condenado a desaparecer (TROPPMAIR; GALINA, 2006).

Ciente destas questões, o presente trabalho realizou seus procedimentos teóricos e instrumentais de forma mais integrada possível, mas, consciente de que é impossível compreender o todo em sua essência. Sendo assim, palavras como vislumbre, possibilidade e estimativa serão comuns ao longo do trabalho.

Admitir a incapacidade do homem em compreender de forma correta as mais distintas inter-relações existentes em uma paisagem é fato imprescindível não só para o presente trabalho, mas sim para comunidade científica como um todo. Pois, deixa os caminhos abertos para outras abordagens inclusive na mesma área, entretanto com métodos e/ou procedimentos distintos.

#### 2.1.1 Pesquisa Bibliográfica

Nessa etapa procurou-se realizar um levantamento do estado da arte em relação às temáticas que envolvem a pesquisa. Visto que os temas vão desde problemáticas que envolvem a percepção (risco) até as geotecnologias (SIG). As leituras realizadas foram feitas de forma que tanto os autores clássicos quanto os contemporâneos usados na construção do pensamento fossem confrontados com as distintas realidades da área em questão.

Logo, nem sempre ou quase nunca as teorias pensadas pelos autores são passivas de serem aplicadas na íntegra, sendo assim necessário um esforço teórico do pesquisador para adaptá-las e ampliá-las, entretendo sem perder sua essência. Tarefa extremamente complexa, visto que cada autor faz uma leitura de mundo baseado na realidade por ele captada, além de existirem questões como a cronologia, escala de abrangência e formação intelectual do pesquisador. Por mais coesa que aparente ser a leitura da realidade percebida por um autor, ela é apenas um fragmento da realidade, estando passiva de ser revista. Prática desenvolvida pelos próprios autores ao longo da evolução/maturação dos seus pensamentos diante das realidades por eles confrontadas.

Verdades absolutas e as teorias que as justificam não passam de engodos teóricos, contudo muitos seguem aquelas, inclusive, unidimensionalmente, na comunidade acadêmica. Chegando ao ponto de afirmarem que essa corrente do pensamento é a única capaz de explicar e resolver os embates da sociedade. Não cabe aqui citar exemplos, mas, a geografia está cheia/repleta dessas ideologias. Deve-se lembrar que a geografia é plural, multidimensional, transdisciplinar... Características que a fazem uma ciência tão rica. Sendo assim, a adoção de uma única corrente de pensamento é negar o próprio pensamento geográfico. Cada autor citado ao longo do trabalho teve seu papel no embasamento e construção do raciocínio. Não existem, na presente pesquisa, concepções imutáveis e inquestionáveis, também estendidas para os resultados.

#### 2.1.2 Dados Vetoriais e Matriciais

Com o transcorrer da pesquisa, surgiu a necessidade de utilizar uma base de informações primárias de múltiplas escalas e distintas origens cronológicas. Uma das muitas vantagens do uso das geotecnologias é a possibilidade de trabalhar/manusear dados de ordem temporal e espacial (tamanho do *pixel*) provenientes das mais variadas fontes sem perder o controle em relação ao grau de confiabilidade do dado, porém, para tanto, o BD tem que apresentar consistência estrutural. Possibilitando assim a confecção de produtos cartográficos, com alto grau de confiabilidade, isto é, uma elevada precisão conforme a percepção do pesquisador.

De acordo com Fitz (2008), o SGBD deve ser estruturado de tal forma que os dados possam relacionar-se entre eles. Para tanto, são utilizados códigos identificadores que entrelaçam/vinculam os registros dentro do sistema. No caso do SGBD de um SIG, é necessário que os dados ditos tradicionais (alfanuméricos) possam ser vinculados aos espaciais, ou seja, arquivos digitais gráficos.

A definição de informação espacial em um contexto geográfico é uma tarefa complexa, seja em razão da estrutura geométrica sob a qual é construída esta informação, ou pela frequente confusão com o termo informação geográfica e espacial. Para que uma informação seja ou possa ser considerada de caráter



geográfico, ela tem que possuir um atributo locacional, um vínculo com algum sistema de informações baseado em coordenadas ou em coordenadas de projeção cartográfica, ou seja, ela tem que ser georreferenciada. Já a informação espacial é caracterizada pela dependência e influencia entre vizinhos (FERREIRA, 2014).

Sendo assim para formação dos bancos de dados da pesquisa, foram utilizados os seguintes dados:

- Vetores referentes à malha digital do Brasil (IBGE, 2010/2013);
- Ortofoto da área, com a escala de 1:5.000 (INCRA, 1982);
- Vetores correspondentes às informações geológicas da província da Borborema (CPRM, 2007-2010-2014);
- Imagens do sensor dos satélites Landsat 5 e 7, bandas 3, 4, 5 e 6 (INPE, 1987-1995-2001-2010);
- Vetores do sistema de drenagem da bacia hidrográfica do rio Mundaú (ANA, 2010);
- MDE do perímetro urbano e adjacências (ASTER/NASA - 2011);
- Vetores do sistema climático nacional (Peel MC/Finlayson BL/McMahon TA, 2007).
- MDE do banco de dados geomorfométricos do Brasil, referente a todas as cenas que englobavam a poligonal da província da Borborema (INPE, 2011);
- Vetores de informações técnicas de feições e drenagem da província da Borborema (OLIVEIRA, 2008).

### 2.1.3 Estrutura dos Sistemas de Informações Geográficas - SIGs

Os SIGs comportam diferentes tipos de dados e aplicações em várias áreas do conhecimento. Exemplos: otimização de tráfego, controle cadastral, gerenciamento de serviços de utilidade pública, demografia, cartografia, administração de recursos naturais, monitoramento costeiro, controle de epidemias, planejamento urbano. A utilização de SIGs facilita a integração de dados coletados de fontes heterogêneas, de forma transparente ao usuário final. Os operadores não estão restritos a especialistas em um domínio específico. Gerentes, técnicos,

funcionários de administração de diversos níveis e o público em geral vêm usando tais sistemas com frequência cada vez maior (CÂMARA et al., 1996).

Devido a essas versatilidades, os SIGs se tornam cada vez mais populares nos mais diversificados âmbitos do saber. O que até certo ponto é ótimo! O SIG é uma ferramenta que possibilita e dinamiza a interpolação de múltiplas camadas de informações, subsidiando assim tomadas de decisões mais rápidas e precisas. Sendo que, a facilidade operacional dos SIGs desencadeou um problema teórico e metodológico grave. Que é o constante aumento de usuários dessas ferramentas, gerando produtos cartográficos sem compreender as teorias que norteiam ou determinam os procedimentos instrumentais que o SIG realiza com as informações do BD, fato se tornando cada vez mais comum.

O SIG não é um meio para um fim ou uma ferramenta computacional desprovida de base conceitual geográfica como muitos deduzem, inclusive no meio acadêmico. Esse modelo de análise de manipulação de múltiplas camadas de dados foi pensado em 1964, mas, naquele momento, existiam limitações tecnológicas que inviabilizavam sua materialização. Porém, já nasciam as bases conceituais para a futura materialização dos SIGs, ainda que não existisse o termo propriamente dito.

Para verticalizar o peso das afirmações acima explicitadas, faz-se necessário relembrar a dicotomia das escolas geográficas no final do século XIX. Conforme Ferreira (2014), as teorias sobre a interdependência entre os fenômenos e as informações geográficas agruparam uma gama de métodos de análise para análise da superfície, dentre eles, podem ser citados: autocorrelação espacial, análise de superfícies de tendência e os variogramas.

Sack (1974 apud Ferreira, 2014, p.45) explicava que existia uma evidente dicotomia entre as escolas/academias da época. De forma que a escola cronológica enfatizava a natureza e as relações entre lugares ou regiões específicas. Já a espacial focava no arranjo geométrico de padrões de fenômenos.

Berry (1964 apud Ferreira, 2014, p.46-47) formulou os conceitos de sítio e situação, fundamentais para escola locacional, esta norteadas por disciplinas geográficas cujo conhecimento baseia-se em paradigmas geométricos. O primeiro é estruturalmente vertical, caracterizado pela sobreposição de atributos corológicos. Agregando características temáticas como: clima, indústria, transportes, entre

outras. O segundo é horizontal. Permite a representação da interdependência das conexões entre os lugares e da integração espacial. É um conceito espacial pleno, geométrico e estabelece a partir de relações horizontais de vizinhança, distância e contiguidade. Seguindo esse raciocínio, o referido autor supôs que poderia vir a existir uma série formada por todas as características possíveis, registada para uma série de todos os lugares possíveis, sendo denominado de arquivo de dados geográficos total e completo.

Outra questão primordial nas análises realizadas em ambientes de SIGs são as lacunas existentes entre os pontos de coletas das informações. As quais oscilam a depender das necessidades das pesquisas. Contudo, uma representação cartográfica não dever ter lacunas. Sendo assim, os SIGs realizam processos geoestatísticos para preencher esses vazios, levantando mais um questionamento: Qual é o procedimento geoestatístico que melhor se encaixa na sua pesquisa?

Questionamento que a maioria dos usuários de SIGs não reflete. Sendo assim, utilizam o padrão recomendado pelo *software*. A ingenuidade teórica é tanta em relação a esse problema, que é um fenômeno comum no meio acadêmico a omissão dos procedimentos geoestatísticos utilizados no transcorrer das pesquisas. Trazendo para o âmbito da geografia, é a coisa mais comum nas monografias, dissertações e teses, que produtos cartográficos, existir ausência de esclarecimentos teóricos e operacionais em relação aos procedimentos geoestatísticos adotados e realizados para confecção do material cartográfico.

A omissão ou ausência dessas informações compromete a integridade do material. O produto cartográfico final é apenas uma fração de uma série de procedimentos. Sendo comum observa-se uma grande preocupação com o *layout*, dando origem a resultantes esplendorosos, isto é, do ponto de vista do visual de quem observa. Mas, se for levado em consideração que o objetivo de um produto cartográfico é transmitir uma informação de forma clara e sucinta, o apelo visual (excessivo) vai de encontro a finalidade do produto.

Com a finalidade de passar as informações da forma mais clara e objetiva possível, a base cartográfica utilizada no presente trabalho foi confeccionada com o mínimo possível de apelos visuais no *layout*, mas, sem comprometer a integridade

do que se pretendia representar. Para tanto foram utilizados os programas: ArcGIS, SPRING, Global Mapper, Surfer, Idrisi e QGIS.

A diversidade ou variedade de *softwares* utilizados reside no fato de que cada um deles tem características singulares, de forma que determinadas rotinas podem ser mais complexas em um SIG e já em outro mais simples, o que minimiza o tempo gasto. Outra questão suscitada é a da incompatibilidade de dados, devido aos formatos disponíveis. Sendo assim, diversificar a quantidade de SIGs usados na pesquisa reduz a probabilidade de deixar o uso de um determinado dado por causa de incompatibilidade no formato.

#### 2.1.4 Tratamento Primário dos Dados

As informações vetoriais e matriciais provenientes das plataformas digitais utilizadas no presente trabalho, que não estavam em conformidade com as normas cartográficas brasileiras, foram processadas para atender as novas exigências. Uma vez que, a partir de 2015, o Brasil deixou de usar o *South American Datum 69* (SAD 69) e passou a usar oficialmente o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000).

IBGE (2005) fica estabelecido como novo sistema de referência geodésico para o SGB e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN) o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano de 2000 (SIRGAS 2000). Para o SGB, o SIRGAS 2000 poderá ser utilizado em concomitância com o sistema SAD 69. Para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN), o SIRGAS 2000 também poderá ser utilizado em concomitância com os sistemas SAD 69 e Córrego Alegre, conforme os parâmetros definidos nesta resolução. A coexistência entre estes sistemas tem por finalidade oferecer à sociedade um período de transição, inferior a 10 anos. Os usuários deverão adequar e ajustar suas bases de dados, métodos e procedimentos ao novo sistema. O Brasil possui 22 estações de referências para o datum SIRGAS 2000 (Quadros 01 e 02).

Nº de Ordem	Estação	X	Y	Z
1	BRAZ	4115014,085	-4550641,549	-1741444,019
2	BOMJ	4510195,835	-4268322,325	-1453035,300
3	CAC1	4164559,941	-4162495,407	-2445051,218
4	CANA	3875253,589	-4292587,088	-2681107,718
5	CORU	3229969,943	-5095437,766	-2063429,898
6	CRAT	4888826,036	-4017957,454	-798309,017
7	CUIB	3430711,406	-5099641,565	-1699432,931
8	FOR1	4982893,151	-3959968,539	-411742,293
9	FORT	4985386,605	-3954998,594	-428426,440
10	IMBI	3714672,427	-4221791,488	-2999637,883
11	IMPZ	4289656,441	-4680884,944	-606347,331
12	MANA	3179009,359	-5518662,100	-344401,823
13	MCAE	4400142,600	-3932040,418	-2412305,322
14	PARA	3763751,652	-4365113,803	-2724404,694
15	POAL	3467519,402	-4300378,535	-3177517,730
16	PSAN	3998232,011	-4969359,526	-6340,615
17	RECF	5176588,653	-3618162,163	-887363,920
18	RIOD	4280294,879	-4034431,225	-2458141,380
19	SALV	4863495,731	-3870312,351	-1426347,813
20	UEPP	3687624,315	-4620818,606	-2386880,343
21	VICO	4373283,313	-4059639,049	-2246959,728
22	SMAR	3280748,410	-4468909,741	-3143408,684

Quadro 01 - Estações de referência do SIRGAS 2000 e suas coordenadas cartesianas.  
Fonte: IBGE, 2005. (Adaptado)

O datum SIRGAS 2000 tem em semi-eixo maior  $a = 6.378.137$  m e um achatamento  $f = 1/298,257222101$ , já o SAD 69 apresenta seu semi-eixo maior  $a = 6.378.160$  m e achatamento  $f = 1/298,25$ , tendo como parâmetros de correção de SAD 69 para SIRGAS 2000:  $a_1 = 6.378.160$  m,  $f_1 = 1/298,25$ ,  $a_2 = 6.378.137$  m,  $f_2 = 1/298,257222101$ ,  $\Delta X = (-) 67,35$  m,  $\Delta Y = (+) 3,88$  m e  $\Delta Z = (-) 38,22$  m. Onde:  $a_1$  e  $f_1$ , são parâmetros geométricos do elipsoide do sistema de origem;  $a_2$  e  $f_2$  = parâmetros geométricos do elipsoide do sistema de destino;  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  e  $\Delta Z$ , são os parâmetros de transformação entre os sistemas (IBGE, 2005).

Para tornar as explanações acima descritas mais didáticas ou de melhor compreensão, faz-se necessário explicar e/ou relembrar os elementos de uma elipse. Conforme Angulo Filho (2013), o semi-eixo menor refere-se à distância polar, já o semi-eixo maior a distância equatorial, sendo o grau de achatamento do planeta calculado com a seguinte equação:  $a-b/a$ .

Nº de Ordem	Estação	Latitude (° ‘ “)	Longitude (° ‘ “)	Altitude Elipsoidal (m)
1	BRAZ	13 15 20,0103 S	43 25 18,2468 W	419,401
2	BOMJ	15 56 50,9112 S	47 52 40,3283 W	1.106,020
3	CAC1	22 41 14,5337 S	44 59 08,8606 W	615,983
4	CANA	25 01 12,8597 S	47 55 29,8847 W	3,688
5	CORU	19 00 01,0131 S	57 37 46,6130 W	156,591
6	CRAT	07 14 16,8673 S	39 24 56,1798 W	436,051
7	CUIB	15 33 18,9468 S	56 04 11,5196 W	237,444
8	FOR1	03 43 34,3800 S	38 28 28,6040 W	48,419
9	FORT	03 52 38,8046 S	38 25 32,2051 W	19,451
10	IMBI	28 14 11,8080 S	48 39 21,8825 W	11,850
11	IMPZ	05 29 30,3584 S	47 29 50,0445 W	105,008
12	MANA	03 06 58,1415 S	60 03 21,7105 W	40,160
13	MCAE	22 22 10,3989 S	41 47 04,2080 W	0,056
14	PARA	25 26 54,1269 S	49 13 51,4373 W	925,765
15	POAL	30 04 26,5528 S	51 07 11,1532 W	76,745
16	PSAN	00 03 26,4338 S	51 10 50,3285 W	-15,506
17	RECF	08 03 03,4697 S	34 57 05,4591 W	20,180
18	RIOD	22 49 04,2399 S	43 18 22,5958 W	8,630
19	SALV	13 00 31,2116 S	38 30 44,4928 W	35,756
20	UEPP	22 07 11,6571 S	51 24 30,7223 W	430,950
21	VICO	20 45 41,4020 S	42 52 11,9622 W	665,955
22	SMAR	29 43 08,1260 S	53 42 59,7353 W	113,107

Quadro 02 - Estações de referência do SIRGAS 2000 e suas coordenadas geodésicas.  
Fonte: IBGE, 2005. (Adaptado)

### 2.1.5 Confeção de Bancos de Dados

Feitas as correções dos parâmetros cartográficos dos vetores e *rasters*, ocorre a compilação das informações nos bancos de dados dos SIGs. A necessidade de montar múltiplos BDs acontece porque cada SIG possui especificidades técnicas e operacionais que devem ser levadas em consideração, caso contrário o usuário corre o risco de comprometer esta etapa, consequentemente gerando produtos e realizando análises distorcidas.

Segundo Loureiro; Ferreira (2013), a vastidão de ferramentas analíticas ofertadas pelas geotecnologias permite a realização de trabalhos elaborados e complexos, podendo ser realizados até mesmo de forma combinada com as distintas plataformas disponíveis, desde que estejam em consonância com os objetivos pretendidos.

Nesse contexto o uso de um único SIG limitaria a pesquisa, logo cada *software* possui peculiaridades distintas e até mesmo rotinas idênticas podem ser realizadas com sequências metodológicas distintas, e, consequentemente, obtenção de resultados em intervalos de tempo mais curtos ou demorados. Para tanto, podem-se citar como exemplo os programas ArcGIS e SPRING. O primeiro realiza as rotinas de interpolação de dados de forma mais rápida que o segundo, poupando tempo para o operador.

Mas, se levar em consideração que a velocidade das rotinas fica atrelada à questão da ausência de um banco de dados estruturado dentro do SIG, ou seja, que o referido SIG faz *links* com dados existentes em distintos locais no *hardware*, caso o programa apresente algum erro (sistema) as informações serão perdidas, sem contar que se em algum momento da pesquisa o usuário tiver a necessidade de migrar o banco para outro *hardware*, os *links* hora realizados serão perdidos, a não ser que ele coloque cada informação em pastas com nomes e caminhos idênticos, processo que além de ser lento, dificulta o uso técnico e operacional para outros usuários.

Em contrapartida, o SIG SPRING faz operações um pouco mais lentas, entretanto possui um BD consolidado, possibilitando seu transporte para outros *hardwares* sem o comprometimento da perda das informações.

As explicações acima realizadas partem do princípio da confecção de um BD do começo e não da realização de rotinas com o BD já confeccionado.

A confecção do(s) BD(s) é um processo primordial para o bom andamento da pesquisa, caso ocorram inconsistências nessa etapa os resultados da pesquisa estarão comprometidos. Portanto é imprescindível que essa etapa seja realizada pensando nas múltiplas necessidades da pesquisa e nas especificidades de cada SIG, não apenas em relação à construção do BD, ou seja, a compreensão da anatomia do SIG é imprescindível para o processo de formação do BD.

Para Câmara et al. (1996), de uma forma geral, consultas a dados em SIGs podem envolver tanto o estado de um fenômeno quanto a sua distribuição espacial e temporal. As consultas podem se limitar a um fenômeno específico ou a relacionamentos espaciais e temporais entre fenômenos geográficos distintos. As consultas típicas de aplicações SIG podem ser caracterizadas como compostas ao longo de três eixos.

Conforme Peuquet (1994 apud Câmara et al., 1996, p.38), os fundamentos das consultas das informações que um SIG realiza em seu BD são baseadas em onde, o que e quando. Onde se refere a características espaciais, enquanto o que se refere às características não espaciais. Cada consulta fixa em ao menos um dos eixos e faz variar as informações ao longo dos outros dois:

- Quando + onde (o que): descreve o conjunto de fenômenos geográficos presentes em uma localização ou em um conjunto de localizações, dada uma referência temporal;
- Quando + o que (onde): descreve uma localização ou seu conjunto ocupado por um ou vários fenômenos geográficos em um dado conjunto de intervalos de tempo;
- O que + onde (quando): descreve o conjunto de períodos em que um determinado conjunto de fenômenos geográficos ocupou um conjunto de localizações.

O referido autor ainda ressalta que na maior parte dos casos, a dimensão temporal é fixada, ou seja, os usuários determinam o conjunto de dados para trabalho em um determinado instante e raramente executam operações que envolvem variações temporais (Quadro 03).



Análise	Pergunta Geral	Exemplo
Condição	O que está...?	Qual é a população desta cidade?
Localização	Onde está...?	Quais as áreas com declividade acima de 20°?
Tendência	O que mudou...?	Esta terra era produtiva a 5 anos?
Roteamento	Por onde ir...?	Qual é o melhor caminho para o metrô?
Padrões	Qual o padrão...?	Qual é a distribuição da dengue em Fortaleza?
Modelos	O que sucede se...?	Qual o impacto no clima se demonstrarmos a Amazônia?

Quadro 03 - Exemplos de análise espacial em um BD de um SIG.  
Fonte: Peuquet (1993 apud CÂMARA et al., 2012, p.39). Adaptado

Em campos contínuos, o espaço geográfico é reconstruído em meio digital como uma superfície contínua que representa a distribuição espacial de uma variável. O paradigma dos objetos exatos estabelece que o espaço geográfico seja reconstruído no computador como um plano que contém objetos geométricos como pontos, linhas e polígonos. (FERREIRA, 2014, p.50)

Segundo Câmara (2005), para representar dados geográficos no computador, deve-se descrever sua variação no espaço e no tempo. Em outras palavras, é necessário responder a perguntas como: “qual é o valor deste dado aqui e agora?” Isto requer uma compreensão dos processos de mensuração da realidade, de forma consistente com os dois primeiros princípios de Searle (1998).

A realidade existe independentemente das representações humanas e nós temos acesso ao mundo através de nossos sentidos e de nossos instrumentos de medida. O processo de medida consiste em associar números ou símbolos a diferentes ocorrências de um mesmo atributo, para que a relação dos números ou símbolos reflita as relações entre as ocorrências mensuradas. Por exemplo, ao medir a poluição numa cidade através de sensores localizados em diferentes locais. Cada um destes sensores nos dará uma medida diferente. Esta atribuição é denominada escala de medida (SEARLE, 1998 apud CÂMARA, 2005, p.11). “A referência geral mais importante sobre escalas de medidas é o trabalho de Stevens em 1946, que propõe quatro escalas de mensuração: nominal, ordinal, intervalo e razão.” (CÂMARA, 2005, p.11)

Os níveis nominal e ordinal são temáticos, pois a cada medida é atribuído um número ou nome associando a observação a um tema ou classe. A escala

nominal classifica objetos em classes distintas sem ordem inerente, como rótulos que podem ser quaisquer símbolos. As possíveis relações entre os valores são identidade ( $a = b$ ) e dessemelhança ( $a \neq b$ ). A escala ordinal introduz a ideia de ordenação, caracterizando os objetos em classes distintas que possuem uma ordem natural. A distância definida entre os elementos não é significativa. Nesta escala são evidenciadas as relações “<” ou “>”, isto implica que para todo  $a$  e  $b$ , as relações  $a < b$ ,  $a > b$  ou  $a = b$  são possíveis. Medidas temáticas não estão associadas à magnitude do fenômeno. Quando o estudo necessita de uma descrição mais detalhada, que permita comparar intervalo e ordem de grandeza entre eventos, recorre-se aos níveis de medidas denominados de numéricos, onde as regras de atribuição de valores baseiam-se em uma escala de números reais. Existem dois níveis de medidas baseados em escalas de números reais: escala por intervalo e a escala por razão. A escala por intervalo possui um ponto zero arbitrário, uma distância proporcional entre os intervalos e uma faixa de medidas entre  $[-\infty, \infty]$  a escala de razão permite um tratamento mais analítico da informação, pois nela o ponto de referência zero não é arbitrário, mas determinado por alguma condição natural. Sua faixa de valores é limitada entre  $[0, \infty]$ . Nesta escala existe um ponto zero absoluto que não pode ser alterado/modificado e um intervalo arbitrário com distâncias proporcionais entre os intervalos. Números negativos não são permitidos, pois o número zero representa ausência total daquilo que está sendo medido (STEVENS, 1946 apud CÂMARA, 2005, p.11-12).

A tarefa de representar o espaço geográfico e/ou seus fenômenos é uma atividade complexa, logo as informações introduzidas em um BD são apenas uma fração da realidade captada por procedimentos técnicos e operacionais, provenientes de múltiplas escalas (radiométrica, temporal, espacial...) as quais são interpoladas em concomitância com um modelo geoestatístico para suavização dos parâmetros, estando os resultados diretamente atrelados à escolha do procedimento. Sendo assim, um mesmo BD pode dar origem a distintos produtos. Levantando questionamentos sobre o grau de confiabilidade, caso o operador não consiga explicar geoestatisticamente, o que levou a escolha desse método em detrimento de outro.

Não se deve esquecer que esses problemas operacionais ocorrem quando o usuário já possui as informações que irá manusear. Mas, antes de chegar até ele

esses dados passam por tratamentos prévios, os quais estão atrelados aos objetivos específicos. Cabendo assim ao usuário do SIG, antes de colocar as informações em seu BD, checar e ficar a par dos procedimentos que precedem os dados. Em suma a confecção de um banco de dados não pode ser realizada sem que o pesquisador tenha os conhecimentos geoestatísticos mínimos para tanto, se não as informações resultantes dos processos realizados no BD via SIG serão de caráter duvidoso.

## 2.2 Campo

A presente etapa transcorreu em oito etapas (08/02/2014, 09/02/2014, 12/07/2014, 13/07/2014, 13/03/2015, 14/03/2015, 10/07/2015 e 11/07/2015), para que deste jeito fosse coberto o máximo de áreas. Faz-se necessário enfatizar que essa fase da pesquisa é feita de forma amostral, ou seja, através de pontos e/ou áreas de controle. Ciente de tal questão técnica e operacional, o município foi visitado em quadrantes (NE, NO, SO e SE), cada um deles foi observado em dois momentos distintos, no período chuvoso e na antítese. O procedimento foi realizado objetivando analisar a dinâmica da paisagem em situações climáticas distintas, logo, com introdução da variável água/chuva no ambiente, os processos erosivos são intensificados, comportamento espectral das imagens muda, a termodinâmica é afetada entre outros fenômenos.

Em relação aos pontos de controle foram utilizados 21 (Quadro 04), obedecendo ao critério de que eles tinham que representar o perfil da área, ou seja, não foram usados pontos que demonstrassem situações atípicas. Por exemplo: coletar um par de coordenadas em uma área com cobertura vegetal natural em um ambiente antropizado, ou seja, em um bairro com grande adensamento residencial. Tal ação culminaria em análises assíncronas da realidade, a não ser que o objetivo fosse analisar áreas de exceções nos ambientes, o que não é o caso.

Já que para o processo de modelagem geoespacial foi escolhido o *software* Surfer, as coordenadas coletadas foram em UTM, caso elas fossem coletados em geográficas seria necessária à conversão, tendo em vista que o referido programa coloca a escala do produto cartográfico de acordo com o modelo de coordenadas introduzido no BD, ou seja, se X e Y forem representados por metros a escala

cartográfica fica em metros, já se eles estiverem em geográficas a referida representação da proporcionalidade entre o real e o produto fica em graus.

Nº de Ordem	Pontos de Controle		Descrição
	X	Y	
1	774949,88	9016197,21	Vegetação no raio de fonte de água permanente
2	774980,39	9016385,55	Nascente
3	780027,64	9016773,15	Solo exposto
4	778409,42	9016942,23	Perímetro urbano
5	776690,15	9017147,76	Vegetação (eucalipto)
6	775664,26	9016512,13	Praça com vegetação arbórea no centro comercial
7	775617,52	9016346,04	
8	775445,88	9016290,1	Perímetro comercial sem vegetação
9	775359,01	9016263,05	
10	775921,34	9016039,76	Resquício de Mata Atlântica
11	778951,86	9016241,37	Vegetação de fundo de vale
12	775020,38	9018554,25	
13	778142,15	9005864,87	Lago artificial
14	787718,83	9005588,36	
15	784606,54	9003734,93	Resquício de Mata Atlântica
16	778707,07	8996264,84	Solo exposto
17	767507,65	9024076,54	Solo exposto sendo preparado para o cultivo
18	783231,63	9005082,35	Pastagem
19	763411,62	9003467,46	Cultivo de monoculturas
20	779799,7	9013867,01	Solo exposto
21	781370,94	9011671,87	Distintas atividades agrárias

Quadro 04 - Espacialização dos pares de coordenadas e suas características.  
Fonte: MELO, 2014/2015.

## CAPÍTULO 3: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 3.1 Localização

O território pernambucano está inserido na região Nordeste do Brasil, a qual possui uma área de 1.561.092 km<sup>2</sup>, distribuída pelos estados de AL (27.807,3 km<sup>2</sup> - 1,78%), BA (566.355 km<sup>2</sup> - 36,27%), CE (148.853 km<sup>2</sup> - 9,53%), MA (335.861 km<sup>2</sup> - 21,51%), PB (56.524,2 km<sup>2</sup> - 3,62%), PE (98.192,3 km<sup>2</sup> - 6,28%), PI (252.718 km<sup>2</sup> - 16,18%), RN (52.867,1 km<sup>2</sup> - 3,38%) e SE (21.914,2 km<sup>2</sup> 1,4%). Pernambuco está subdividido em cinco mesorregiões, denominadas de Sertão (37.937,5 km<sup>2</sup> - 38,63%), São Francisco (24.447,3 km<sup>2</sup> - 24,89%), Agreste (24.580,6 km<sup>2</sup> - 25,03%), Mata (8.429,2 km<sup>2</sup> - 8,58%) e Metropolitana de Recife (2.798,1 km<sup>2</sup> - 2,84%).

A mesorregião do Agreste desmembra-se nas microrregiões do Alto Capibaribe (1.783,11 km<sup>2</sup> - 7,25%), Brejo Pernambucano (2.552,66 km<sup>2</sup> - 10,38%), Garanhuns (5.184,7 km<sup>2</sup> - 21,09%), Médio Capibaribe (1.763,53 km<sup>2</sup> - 7,17%), Vale do Ipanema (5.397,34 km<sup>2</sup> - 21,95%) e Vale do Ipojuca (7.899,25 km<sup>2</sup> - 32,13%).

O município de Garanhuns possui uma área de 458,55 km<sup>2</sup>. Delimita-se pelas coordenadas geográficas de: -8° 51' 37" / -8° 55' 40" e -36° 26' 06" / -36° 30' 52". O qual faz divisa com 11 municípios (Figura 01), ao norte com Capoeiras (7,3 km), Jucati (5,4 km); ao sul, Correntes (12,7 km), Lagoa do Ouro (2,3 km), Brejão (38,97 km), Terezinha (4,25 km); a leste São João (25,8 km), Palmeirina (3,4 km); a oeste Saloá (8,31 km), Paranatama (9,36 km), Caetés (25,16 km).

A referida cidade tem duas rotas principais para capital pernambucana, a primeira pela BR 101, percorrendo um trecho de 242 km; e a segunda, passando por duas BRs 423/232, transcorrendo 80,6 km pela 423 até São Caetano - PE, mais 151,4 km na 232 até Recife - PE, totalizando uma rota de 232 km. Optar pela primeira rota implica uma redução de 10 km na viagem, passando por uma paisagem marcada por uma vegetação de ambientes quentes e úmidos; já o segundo percurso possibilita o contato com Caruaru - PE, importante polo comercial a nível regional, e à apreciação de paisagens distintas, desde as hiperxerófilas às perenifólias.

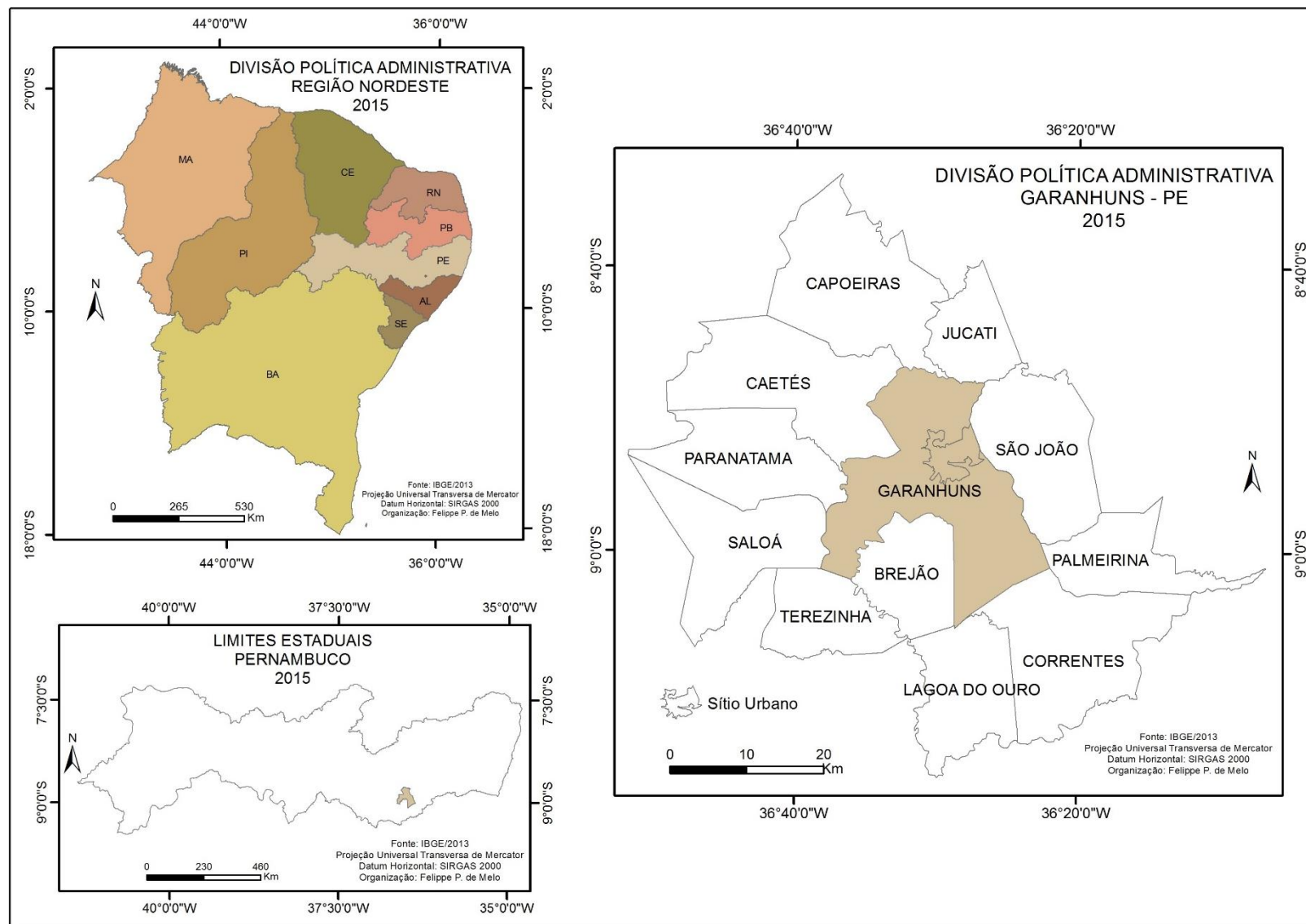


Figura 01 - Localização da área de estudo.

## 3.2 Breve Histórico da Formação do Espaço Geográfico

### 3.2.1 Estruturação do Território Pernambucano

Para Andrade (1999), a aquisição do território pernambucano ocorreu devido aos interesses da coroa nos produtos tropicais. No começo, essa área era ocupada por nativos tupi na costa, e cariri e gê no interior do continente. Logo, os europeus estabeleceram relações comerciais, utilizando o modelo de escambo, ou seja, os nativos forneciam os produtos locais, principalmente o pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) em troca de objetos portugueses que despertavam seus interesses. O que para os portugueses era ótimo, já que, esses produtos eram de fácil acesso e de baixo custo de produção. Objetivando garantir suas lucrativas relações econômicas, os portugueses construíram feitorias em portos naturais e faziam alianças com as tribos que eram do seu interesse para lutarem juntos contra as tribos rivais dos aliados.

O processo de ocupação do território pernambucano, de início ocorreu no litoral, em seguida, seguiu a margem esquerda do rio São Francisco, de forma que foi possível contornar a formação da Borborema, e logo após para o norte subindo os afluentes do Velho Chico. Ao chegarem ao Sertão pernambucano, os portugueses fizeram lentamente no transcorrer dos anos sua marcha rumo a Borborema. Os dois principais caminhos para ascender essa barreira natural foram através dos vales Ipojuca e Capibaribe. O que explica o fato do Agreste está mais próximo do litoral do que o Sertão e mesmo assim ter sido ocupado por último (ANDRADE, 1999).

Fato que no transcorrer das décadas, gerou inúmeros problemas para coroa. Logo os escravos passariam a olhar essa fração territorial com olhos diferentes dos europeus. Para os dominadores representava risco, para os escravos simbolizava o alento de liberdade, mesmo que a tentativa de fuga lhe custasse a vida.

### 3.2.2 Composição Territorial de Garanhuns

Para o IBGE (2014), o processo de uso e ocupação do espaço geográfico de Garanhuns por indivíduos estrangeiros, remonta ao século XVII. Que devido à topografia de difícil acesso, tornou-se um local atrativo para os africanos que conseguiam escapar do jugo europeu.

São muitos os fatores locais que explicam esse papel de obstáculo interposto pelo altiplano garanhuense. Em primeiro lugar o maior afastamento do mar, nesse trecho, da Borborema, fez crescer as dificuldades de penetração através de uma mais larga faixa da Zona da Mata. Também a altitude superior à cota dos 900 m colocando esse relevo entre os níveis mais elevados do Nordeste brasileiro, tornou-se, desse modo, mais difícil de ser atingido. Ainda a presença de espessa vegetação de mata, então a cobrir essa porção do território pernambucano, completou, por muito tempo, um quadro hostil à ocupação humana. (SETTE, 1956, p.45)

Barbalho (1982) salienta que o nome Garanhuns viria a surgir pela primeira vez durante o processo de penetração dos escravos no Agreste, área a qual viria a ser alvo de inúmeras expedições militares. Todas tendo como objetivo principal, garantir o domínio/controlar do território, logo o mesmo era um local de conflitos acirrados entre os quilombolas e os europeus.

No que diz respeito à origem da palavra Garanhuns, não existe um consenso entre os pesquisadores. As teorias mais aceitas são: originária da tribo Cariri - Guará/pássaros e Nhu/campos, ou seja, pássaros dos campos; Guara-nhum - indivíduo preto, fundamenta-se no fato de que até hoje os Carijós de Águas Belas chamam Garanhuns de Claiô, local habitado por indivíduos negros/escuros e palavra indígena para sítio dos guarás/cães selvagens (*Chrysocyon brachyurus*) e anuns/pássaro preto (*Crotophaga ani*). De acordo com Sette (1956), a ocupação mais latente, começa a ocorrer com a invasão holandesa em Pernambuco em 1630, dando início a chamada guerra do açúcar. Desestruturando o cotidiano dos engenhos da Capitania de Pernambuco, tendo repercussão imediata, queda de produção nos engenhos, e enfraquecimento da disciplina aplicada aos escravos. Mesmo com o fim da ocupação holandesa em 1654, os portugueses não conseguiram reestabelecer o antigo rigor da disciplina.



Durante o jugo holandês os escravos fugitivos tiveram tempo suficiente para se organizar em quilombos e traçarem estratégias de fuga para seus condescendentes. Dos quais muitos se instalaram sobre os contrafortes orientais da Borborema, na Serra da Barriga, formando o famoso Quilombo dos Palmares, o qual teve seu auge na segunda metade do século XVII, tornando-se o mais emblemático dos quilombos do período colonial, ocupando uma área que se estendia do Cabo de Santo Agostinho ao rio São Francisco. Sendo alvo de inúmeras incursões portuguesas, que tinham como único objetivo a aniquilação do quilombo, mesmo sofrendo perdas territoriais, ao longo das décadas, resistiu até 1694. Dentre os seus líderes destacaram-se: Ganga-Zumba e Zumbi. Após quatro anos do término da invasão holandesa, ou seja, em 1658, e vivendo um processo histórico de formação e fortalecimento dos quilombos, no qual a região de Garanhuns estava incluída, surgiu a necessidade de garantir o domínio desse território frente a essa ameaça, logo a área em questão também era reduto de escravos fugitivos, problema que os portugueses queriam resolver o mais rápido possível, pois a formação de mais um quilombo organizado, geraria ônus para coroa e ainda incitaria a formação de outras frentes de resistência.

Como nos engenhos do litoral/mata não havia folga para escravos, ao menor cochilo dos brancos e seus feitores, disso se aproveitavam os negros mais ousados para fuga em direção ao interior, subindo os vales dos grandes rios, atravessando a Serra das Russas, refugiando-se onde os brancos sentiam medo de morar, no pleno Agreste de Pernambuco, em cujas vastidões territoriais poderia haver a ferocidade dos tapuias-cariris ou mesmo a de animais selvagens, ambas, contudo, não tão malignas quanto o trato dos brancos litorâneos em relação aos africanos cativos. Para estes o Agreste representava uma Canaã, era a terra da liberdade plena e da vida digna, muito diferente da podridão moral e social de lá de baixo, onde a nobreza não passava de apelido destituído de fundamento e muito parecido com safadeza e nada mais. No Agreste, os negros se aquilombavam, fundavam mocambos diversos, reproduziam-se através das índias ou até mesmo de brancas e mulatas raptadas nas fazendas circunvizinhas. De fato, são os negros, os quilombolas, os primeiros civilizadores das plagas agrestinas, seus desbravadores e domadores, seus povoadores por quase todo o século XVII, os verdadeiros descobridores de suas riquezas e potencialidades. Inversamente à classificação de D. Francisco Manuel de Melo - perspicaz escritor lusitano do século XVII que classificava o Brasil como: paraíso das mulatas, purgatório dos brancos e inferno dos negros (grifo nosso) - o Agreste agora poderia ser considerado como céu dos negros, purgatório dos índios e inferno dos brancos em geral. (BARBALHO, 1982 apud UBIRAJARA, 2001, p.110)

O Governador da Capitania de Pernambuco concedeu a Nicolau Aranha Pacheco, Cosmo de Brito Cação, Antônio Fernandes Aranha e Ambrósio Aranha de Farias, uma sesmaria de 20 léguas, nos campos Garanhuns e Panema. Na sesmaria Garanhuns, fundou-se o sítio Garcia, atualmente esse local corresponde a sede do município. Em 1699, foi expedida uma carta régia, que tornava Garanhuns sede da Capitania do Sertão do Ararobá. Em 1762, foi criada a vila de Cimbres, com isso, Garanhuns passa a ser sede da Freguesia de Santo Antônio de Garanhuns. Devido ao seu notável desenvolvimento foi elevada a sede de Vicariato em 1796.

Conforme o IBGE (2014), setenta e oito anos após sua última elevação a sede, e novamente elevada, sendo que agora a categoria de vila, pela carta régia de 10/03/1811, sendo instalada em 17/12/1813. A lei provincial nº 204, de 04/02/1848 criou o distrito de Correntes e o anexou a Garanhuns, a qual passou a ser cidade em 04/02/1874, pela lei provincial nº 1.309. Em 1879, Correntes é desmembrada de Garanhuns e elevada a cidade.

Dando continuidade a esse fenômeno territorial, ao longo das décadas o município de Garanhuns foi tendo porções do seu território transformadas em distritos e os mesmo no transcorrer dos anos foram se emancipando (Figura 02).

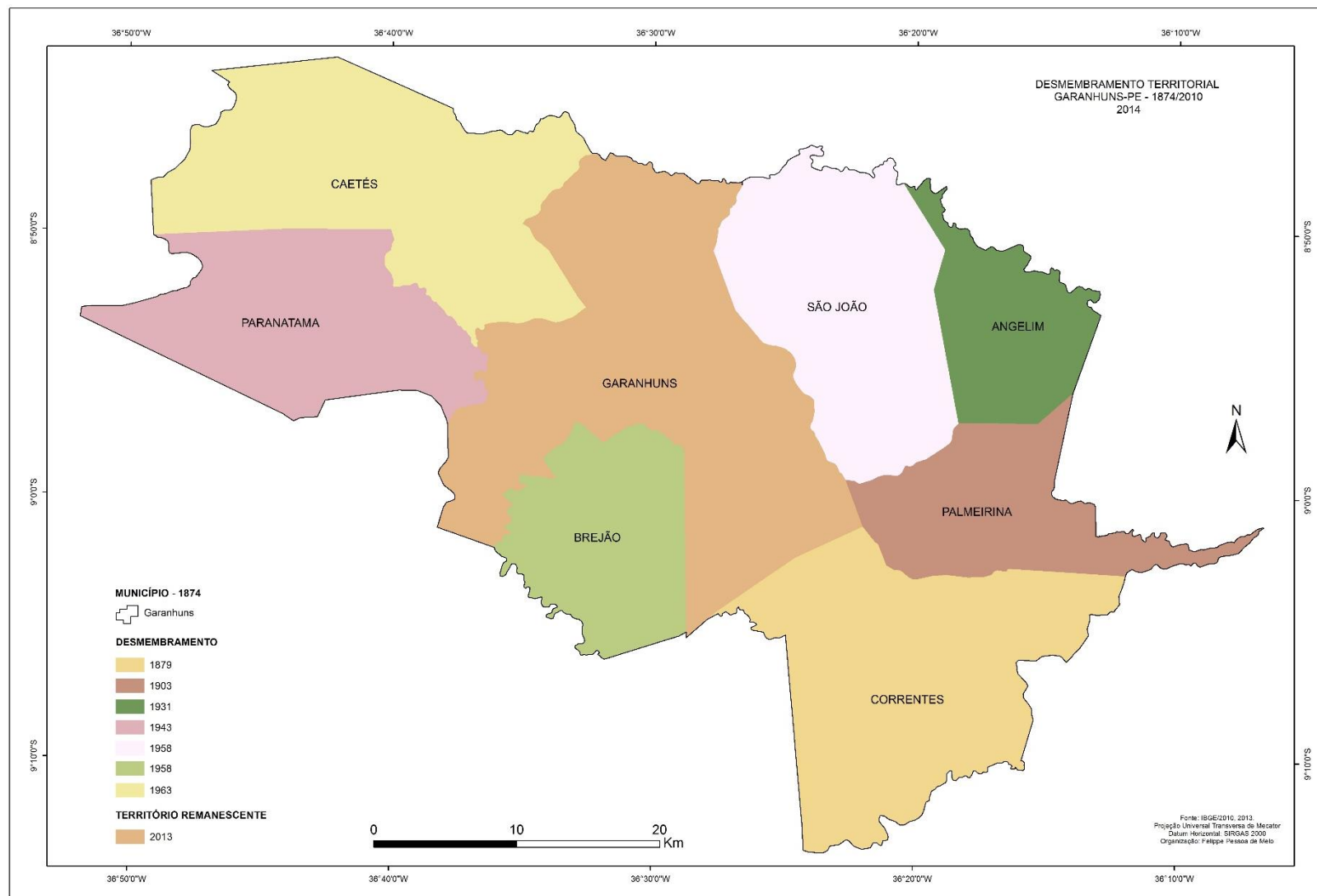


Figura 02 - Desmembramento territorial de Garanhuns.

### 3.2.3 Formação dos Primeiros Bairros

O processo de ocupação de Garanhuns remonta a importantes fatos históricos ocorridos no estado de Pernambuco. No tempo da colonização, Garanhuns, ou Capitania do Ararobá, como era denominada, foi palco de inúmeras perseguições aos silvícolas Tupinambás, antigos habitantes da região, e posteriormente aos negros integrantes do Quilombo dos Palmares, massacrados em 1694. “A princípio, tais fatos, concorreram para o descobrimento e povoamento da região Garanhunesa”. (CAVALCANTI, 1983 apud AZAMBUJA, 2007, p.80)

No intrínseco dos anos de 1700 e 1800 o processo de ocupação das terras se deu, de modo excepcionalmente lento, pela atividade pecuária extensiva desenvolvida desde então. Mesmo assim, o arruamento de Garanhuns começava a tomar forma, através de uma rede incipiente de caminhos que se confrontavam diretamente com a Igreja Matriz (AZAMBUJA, 2007).

Em 4 de fevereiro de 1879, foi sancionada a Lei nº 1.309 que eleva a Vila de Santo Antônio de Garanhuns a categoria de cidade. Ação coincidiu com o projeto de construção da Ferrovia São Francisco, com Terminal Ferroviário em Garanhuns. A sua inauguração no ano de 1887 se estabeleceu com grande efeito, benefícios comerciais e sociais para a região. Sua ligação direta com a Praça do Recife atraiu grande número de forasteiros, que ao adquirirem terras pertencentes a latifúndios, passaram a produzir intensamente, contribuindo para o crescimento do município (CAVALCANTI, 1983 apud AZAMBUJA, 2007, p.80).

O modelado ondulado em forma de colinas dificultou o processo de expansão urbana. O bairro Boa Vista teve seu começo de ocupação com a construção de uma igreja para homenagear o santo São Miguel da Boa Vista, sua inauguração ocorreu em 1922. Provocando um fenômeno espacial idêntico ao que ocorreu na porção central da cidade, quanto mais próximo o imóvel ou terreno estivesse de uma igreja católica maior seria o valor imobiliário dessa propriedade.

A topografia de altas declividades, diretamente ao sul da área foco de urbanização, não inibiu o movimento de expansão. O bairro da Boa Vista teve seu início de ocupação com a idealização da construção de uma igreja em homenagem a São Miguel da Boa Vista. Suas obras foram interrompidas por longo período e somente foi inaugurada em 1922, A partir de então, o bairro recebeu outros tipos de infraestrutura como a construção

de um hospital e de importantes serviços sociais. (CAVALCANTI, 1983 apud AZAMBUJA, 2007, p.81)

A ocupação do bairro Magano ocorreu paralela ao da Boa Vista, mas devido à ausência de uma igreja católica no bairro, as propriedades não apresentavam grande valor imobiliário. Essa localidade só iria contar com a presença da igreja católica em 1941 com a inauguração da paróquia Santa Terezinha do Menino Jesus e o chamado Cristo do Magano inaugurado em 1954. Em ambos os bairros se nota que não ocorreu o devido planejamento urbano, a lógica de ocupação do espaço geográfico era a localização mais próxima possível dos centros religiosos católicos.

O bairro São José só veio a ter essa nomenclatura depois que o senhor José Ferreira de Assis construiu cerca de cento e cinquenta casas populares nessa localidade, servindo de estímulo para expansão residencial dessa área (CAVALCANTI, 1983).

Em contraposição ao crescimento urbano desordenado, surgiu o bairro Heliópolis, que apresentava uma proposta de crescimento urbano mais ordenado em uma porção do modelado que apresentava uma topografia privilegiada, ou seja, com feições topográficas mais aplainadas. Mas, novamente com grande influência religiosa, nesse caso o fixo difusor e reestruturador dessa paisagem foi à igreja Evangélica Presbiteriana, área que atualmente é ocupada pelo colégio evangélico XV de Novembro, Instituto Presbiteriano do Norte e mediações.

Conforme AZAMBUJA (2007), a configuração do bairro de Heliópolis representou um marco fundamental na expansão ordenada e planejada. Embora, sua manutenção e crescimento não tenham seguido o mesmo padrão.

Ao notar a topografia privilegiada da área, o então prefeito Euclides Dourado intensificou o processo urbanístico, através da criação de novos loteamentos. Nesse espaço e nas suas proximidades, encaminhando o crescimento urbano em direção as encostas do modelado.

Atualmente essa porção do espaço geográfico garanhuense é chamada de Heliópolis, sendo considerada a área nobre da cidade. No que diz respeito à igreja católica, a mesma passou a ter representatividade física através do seminário São José, inaugurado em 1953, sobre a supervisão dos padres diocesanos e da Igreja

Nossa Senhora do Perpétuo Socorro construída entre 1957 e 1962, administrada pelos padres redentoristas.

### 3.2.4 Principais Ciclos Econômicos

Segundo Ubirajara (2001), a chegada do trem em 1887 alavancou a economia e agilizou o processo de expansão urbana e escoamento da produção agrária. O que transformou Garanhuns em um importante entreposto comercial, a serviço dos municípios circunvizinhos e arredores, transformando o município em uma área de influência regional. Chegando a exercer influência no sertão alagoano. Diversos produtos agrícolas contribuíram de forma decisiva para o crescimento e desenvolvimento dos centros urbanos agrestinos, principalmente o algodão e o café.

As distintas atividades econômicas que se alternaram em Garanhuns, sobretudo as lavouras de subsistência (milho, feijão, mandioca...) e comerciais (algodão e café.), juntamente com as grandes/médias propriedades de gado e inúmeras propriedades de pequeno porte, solidificaram e garantiram a apropriação da terra. Até o final do século XVII, a pecuária foi o carro chefe na economia agrestina, em seguida passando a predominantemente agrícola, devido ao cultivo comercial do algodão, já cultivado desde o século XVI, mas sem expressão econômica.

A tríade: revolução industrial na Inglaterra, guerra da independência nos Estados Unidos e as incursões de Napoleão na Europa foram decisivas para a transformação dessa atividade agrícola até então sem expressão econômica no principal produto agrícola do Agreste e até mesmo de Pernambuco. O apogeu dessa produção foi em 1860, com o advento da guerra da Secessão nos Estados Unidos, fatos como: o fim da guerra em 1865, altos custos de produção devido o manejo inadequado do solo ao longo do tempo, surgimento de pragas e a baixa tecnologia utilizada no cultivo do algodão, foram ao longo dos anos inviabilizando o seu plantio em escala comercial no Nordeste, cedendo lugar para o Centro-Sul.

De acordo com Sales (1982), os agricultores nordestinos passaram a enxergar a cultura do algodão como algo do passado, e sem rentabilidade

econômica. Principalmente devido ao desgaste do solo. Em momento algum os produtores fizeram menção a perda de mercado para o Centro-Sul.

Para solucionar a estagnação econômica do campo foi implantada a cultura do café. O precursor da atividade cafeeira em Garanhuns foi Luís Burgo. Ele solicitou as sementes ao presidente da província de Pernambuco, e elas chegaram em 06/09/1887. O café demonstrou-se de fácil adaptação às peculiaridades climáticas e topográficas locais, de forma que sua produtividade foi acima do esperado. Estimulando outros agricultores a inserirem essa nova cultura em suas propriedades. Sessenta e dois anos após o plantio das primeiras mudas, a produção já atingia 80.000 arrobas (1.200 t). Em 1960 a produção já atingia as 232.500 arrobas (3.488 t).

Mas, para infelicidade dos agricultores, em 1965 o Instituto Brasileiro do Café - IBC iniciou uma política nacional de erradicação do café em áreas consideradas de baixa produção. Não levando em consideração que essa monocultura era cultivada de forma artesanal, o que exigia grandes quantidades de mão de obra, tanto no período da colheita, como nos meses subsequentes devido à necessidade permanente de manutenção da lavoura, sendo praticamente erradicado do Agreste.

O café chegou a se situar como o mais importante produto agrícola dos brejos agrestinos, com grande importância no planalto de Garanhuns. E a produção pernambucana de café era na sua quase totalidade proveniente do agreste. Assim é que: em 1958, para uma produção nordestina de 26.200 toneladas que representava apenas 1,5% da produção brasileira, Pernambuco entrou com 20.976 toneladas, o que corresponde a 79,6% da produção regional. O apogeu da cafeicultura tornou a região de Garanhuns um Grande polo social e econômico. (ANDRADE, 1980, p.158)

Conforme Ubirajara (2001), com as indenizações fornecidas pelo IBC, os até então agricultores, investiram na pecuária leiteira. Esse novo modelo agrário foi responsável por grandes movimentos migratórios em direção as áreas urbanas; logo a pecuária leiteira não exigia grandes quantidades de mão de obra, como a atividade anterior; aumento das áreas desmatadas, para maximização dos pastos; início do processo de assoreamento nos cursos d'água, devido a remoção da mata ciliar, para facilitar o acesso do gado. Porém essa nova atividade trouxe suas benesses, o gado

leiteiro adaptou-se rapidamente a região, e passou a apresentar uma ótima produtividade e a um baixo custo, pois o gado tinha no pasto sua alimentação necessária. Essa atividade está presente no cenário agrícola do Agreste até a presente data, ocupando um papel de destaque.

A produção de leite do Brasil supera os 26 bilhões de litros por ano, sendo 0,747 bilhões produzidos em Pernambuco, dos quais 73% são produzidos na bacia leiteira de Garanhuns - PE (IBGE, 2013).

### 3.3 Síntese das Características Socioeconômicas

Segundo o IBGE (2010), a população é de 129.392 habitantes, dos quais 87,8% residem na zona urbana e 12,2% residem na zona rural, apresentando uma densidade demográfica de 273,87 habitantes/km<sup>2</sup>. Possui um Produto Interno Bruto- PIB de R\$ 831.822,939 e a sua renda per capita é de R\$ 6.391,07 (IBGE, 2008). Seu Índice de Desenvolvimento Humano - IDH é de 0,693 conforme (PNUD, 2000).

Exerce a função de cidade polo da Microrregião de Garanhuns, sendo formada por 19 municípios (Figura 03), totalizando uma área de 5.183 km<sup>2</sup>. O setor primário de Garanhuns é subdividido em culturas temporárias e permanentes (Tabela 01). Em relação à pecuária dar-se ênfase a produção de leite, 360 milhões de litros por ano, conforme Agência de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco - AD DIPER (2005). Entretanto existe a presença significativa de outros rebanhos (Tabela 02)

Devido à posição estratégica no planalto da Borborema, sua paisagem e clima destacam-se das regiões vizinhas, favorecendo as atividades ligadas ao turismo ecológico. Destacando-se o Festival de Inverno de Garanhuns - FIG, que teve sua primeira versão em 1990, na gestão do então prefeito Ivo Amaral. No princípio tinha como zona de influência apenas as cidades circunvizinhas, mas atualmente essa festividade encontra-se no calendário festivo oficial do governo de Pernambuco. Proporcionando um maior fluxo de turistas, o que contribui para o aumento das vendas no setor terciário formal e informal, principalmente de gêneros alimentícios, vinhos, agasalhos, artesanatos locais e regionais.



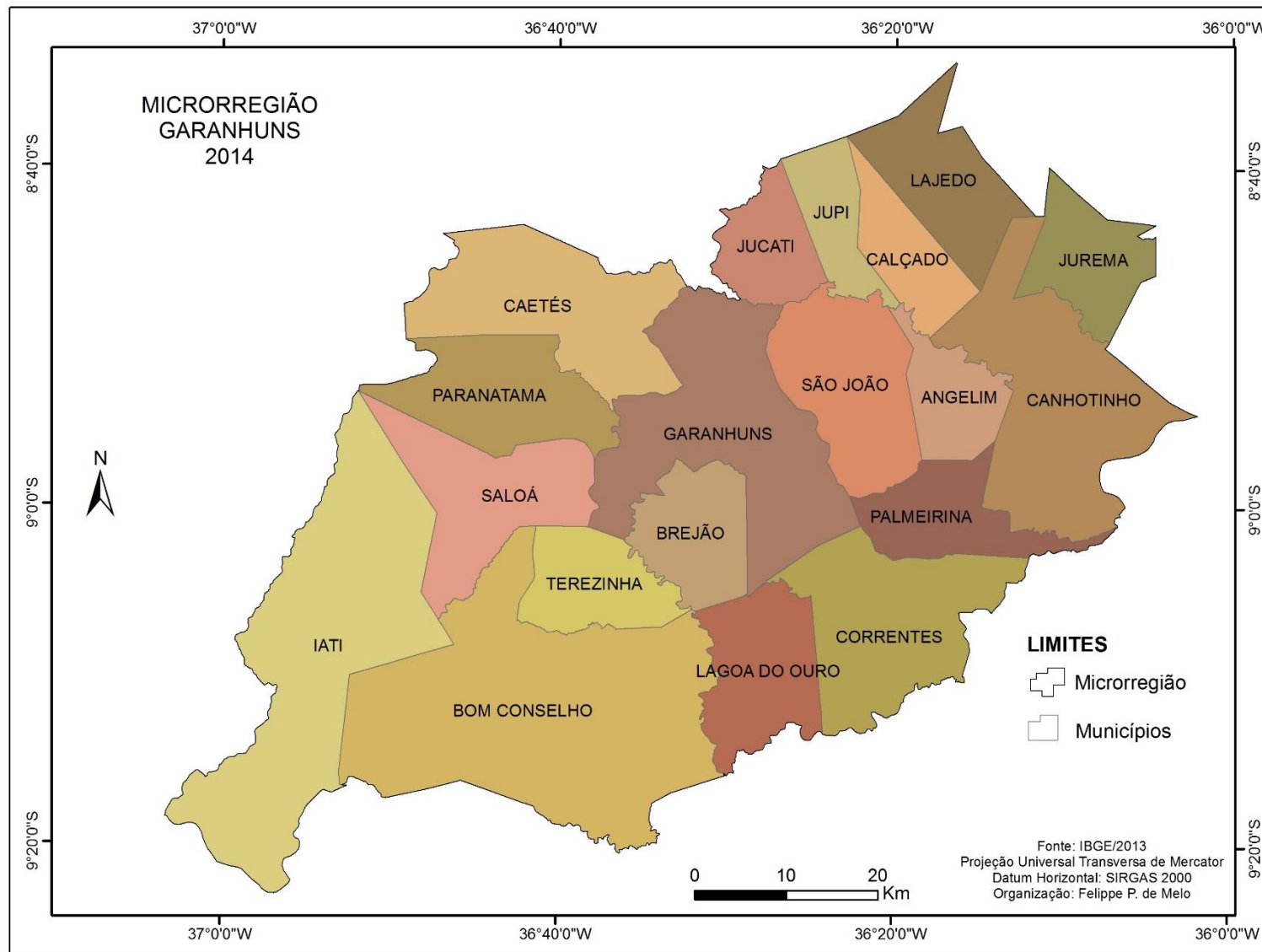


Figura 03 - Microrregião de Garanhuns.

<b>Produção Agrícola</b>					
Permanente	Kg por ha	Área (ha)	Temporária	Kg por ha	Área (ha)
Abacate	10.000	3	Algodão Herbáceo	300	10
Banana	7.000	10	Batata-doce	8.250	8
Café	500	200	Fava/Grão	240	25
Castanha de Caju	1.000	70	Feijão/Grão	370	2.700
Laranja	4.000	10	Mamona/Bagaço	900	330
Limão	2.000	2	Mandioca	11.000	900
Tangerina	2.000	3	Melancia	13.000	6
			Milho/Grão	360	1.300
			Tomate	80.000	35

Tabela 01 - Produção agrícola municipal.  
Fonte: IBGE, 2013.

<b>Rebanho</b>			
Espécie	Quantidade	Espécie	Quantidade
Bovinos	29.2000	Caprinos	510
Equinos	1.000	Ovinos	7.600
Asininos	168	Galinhas	106.600
Suínos	2.550	Codornas	4.000

Tabela 02 - Rebanho municipal.  
Fonte: IBGE, 2013.

### 3.4 Aspectos Fisiográficos

#### 3.4.1 Geologia

A província da Borborema, situada geograficamente no nordeste brasileiro, possui uma área de 434.232 km². Geologicamente corresponde a porção oeste de uma extensa faixa orogenética Brasileira/Pan-africana formada pela convergência dos crátons Amazônicos, São Luís/oeste Africano e São Francisco-Congo. A convergência e aglutinação dos crátons durante a era neoproterozóica (1 Ga a 541

Ma) formaram o supercontinente Gondwana oeste. Ocorrendo fragmentação da porção oeste durante o paleozóico (540 a 250 Ma) / mesozóico (250 a 65 Ma), devido à abertura do oceano Atlântico sul responsável pela atual configuração morfométrica dos continentes Sul-Americano e Africano (CPRM, 2008).

Do ponto de vista tectonoestratigráfico, a província da Borborema engloba três domínios bem distintos denominados setentrional, central e meridional (Figura 04). Estes fraccionados em subprovíncias, tendo como referência os lineamentos de Patos e Pernambuco. Estão localizadas ao norte da linha de falha de transversal da Paraíba, possuem grandes extensões de terrenos, do arqueano (3.800 a 2.800 Ma) e paleoproterozóico (2,5 a 1,6 Ga) - incluindo a faixa estateriana Orós-Jaguaribe e domínios brasileiros (médio Coreáú, Ceará Central e Seridó). A subprovíncia transversal compreende a área entre os lineamentos de Patos e Pernambuco. Inclui um terreno paleoproterozóico (alto Moxotó) e faixas de evolução Cariris Velhos e/ou brasileira (Cachoeirinha, Riacho Gravatá, Alto Pajeú e Rio Capibaribe). As subprovíncias meridionais estão ao sul do lineamento Pernambuco, englobam faixas de evolução predominantemente brasileira (Riacho do Pontal e Sergipana) e domínios brasileiros com protólitos, em parte, esteniano-tonianos (Canindé-Marancó e Pernambuco-Alagoas (SANTOS et al., 2004).

O Terreno PE/AL constitui o maior domínio tectônico da subprovíncia meridional, limitado pelo Lineamento de Pernambuco, ao norte, e por zonas de cisalhamento contracionais nos contatos ao sul, com o Terreno Canindé-Marancó, e oeste, com a Faixa Riacho do Pontal. Os complexos Cabrobó e Belém do São Francisco destacam-se nessa seção da geológica, sendo seccionados em dois por um segmento contínuo de sedimentos pós-rifte Tucano-Jatobá (Figura 05).

O primeiro abriga uma sequência eminentemente metassedimentar, formada por xisto, paragneisse, metagrauvaca, quartzito, rocha calcissilicática e mármore, e outra metavulcanossedimentar, que inclui adicionalmente metamáfita. Já o segundo é constituído por ortogneisses leucogranítico róseo e tonalítico-granodiorítico, variadamente migmatizados, que incluem relictos de supracrustais (CPRM, 2003).

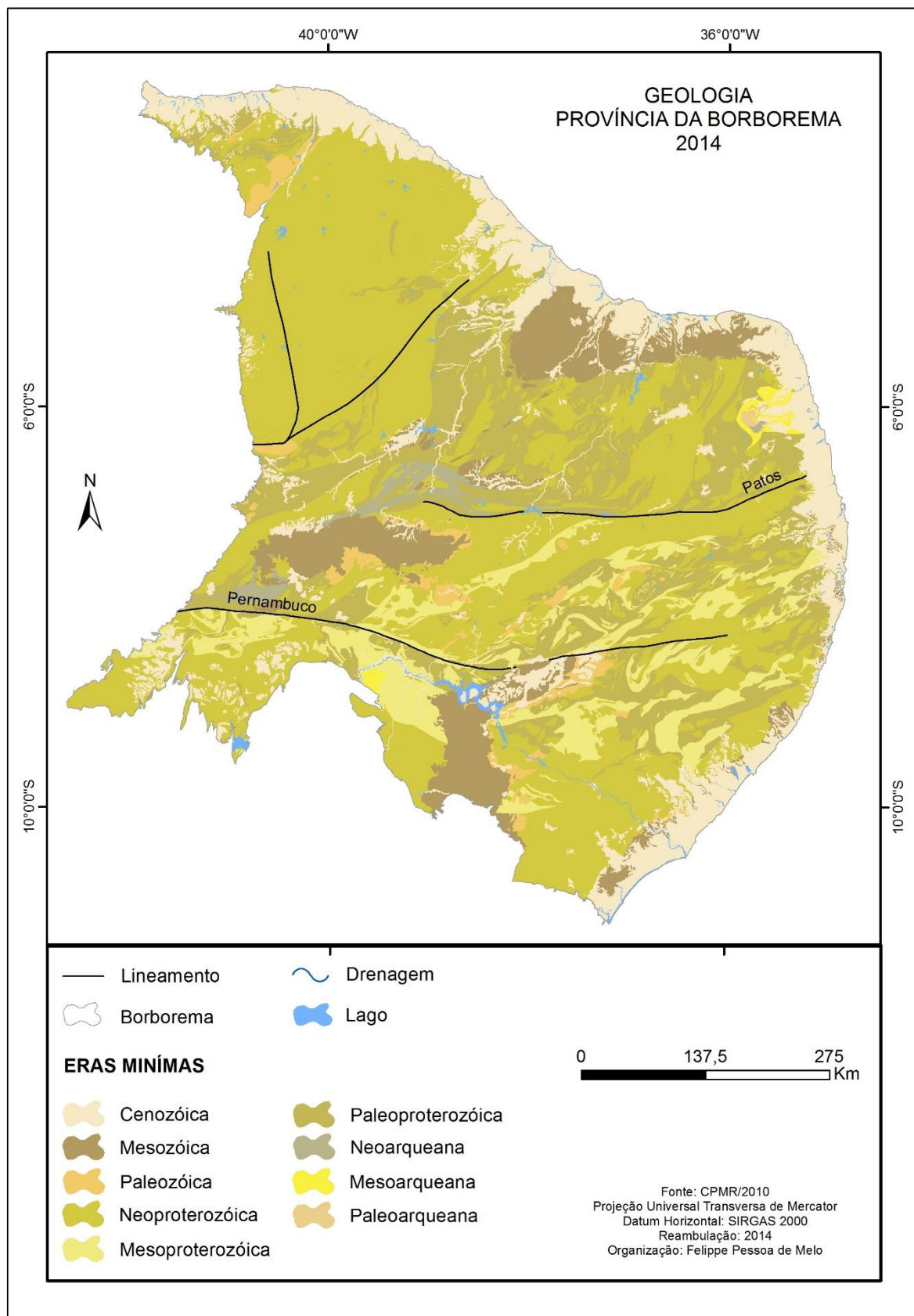


Figura 04 - Características geológicas da província da Borborema.

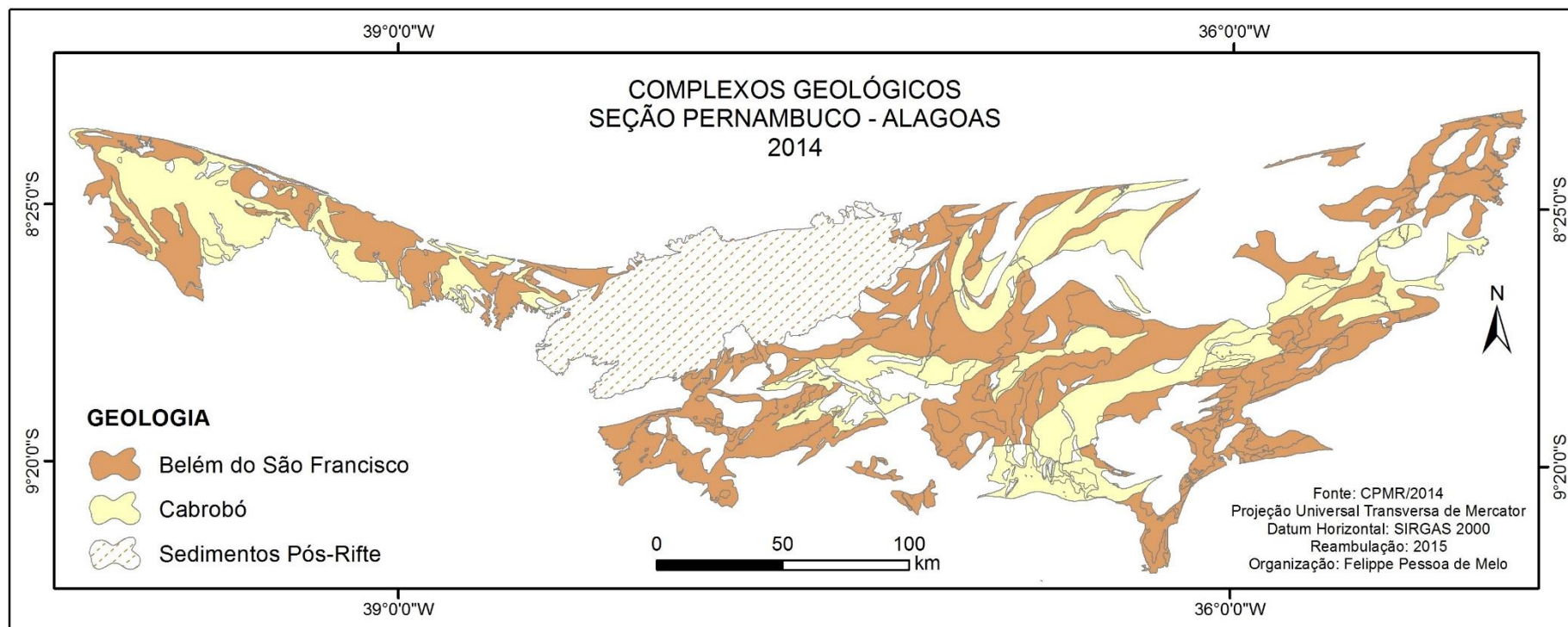


Figura 05 - Complexos geológicos.

Conforme a CPRM (2008), dentre os trabalhos mais importantes realizados na região destaca-se o de Santos (1995), que identificou as sequências metassedimentares e vulcanossedimentares na região de Floresta (PE), redefinindo o Complexo Cabrobó nas sequências:

- Lagoa das Contendas - Constituída por rochas metavulcânicas e metavulcanoclásticas de composição intermediária a básica, e que ocorrem intercalados com metassedimentos clásticos, químicos e formações ferríferas;
- Serra do Sítio - Compreende metapsamitos intercalados com metapelitos, e, por vezes, metacarbonatos e calcissilicáticas. A idade de sedimentação e de vulcanismo da sequência.

No processo de datação da sequência Lagoa da Contendas, obteve idades de 1.012 a 18 Ma, utilizando o método U/Pb em zircões de metatufo. Discriminou também os ortognaisses e migmatitos com estruturas schlieren e nebulíticas e os definiu como complexo Belém do São Francisco, que incluem ainda remanescentes das rochas supracrustais do complexo Cabrobó. Com idade de 1,33 Ga obtida pelo método Sm/Nd em diatexitos do complexo Belém do São Francisco sugere a geração de um magma juvenil mesoproterozóico ou uma idade mista entre um magma juvenil e uma crosta paleoproterozóica. Tendo assim uma unidade litológica, mais recente que a do complexo Cabrobó.

CPRM (2014), explica que o município de Garanhuns - PE, encontra-se situado nos domínios das unidades geológicas de Belém do São Francisco; Cabrobó 2, 3 e 4; e por um pequeno grupo de granitóides indiscriminados (Figura 06). O primeiro é formado pelos litotipos, anfíbolito, migmatito, metadiorito, ortogneisse granodiorítico, ortogneisse tonalítico; estando sob os domínios dos complexos gnaiss-migmatíticos e granulitos; tendo uma textura predominantemente argilo-siltico-arenoso; com porosidade de 0 a 15%; tendo um relevo predominantemente de colinas dissecadas e morros baixos.

Já o complexo Cabrobó, na unidade 2, é composto por litotipos, biotita e ou muscovita xisto gnaiss, leucogneiss, metagrauvaca, migmatito e níveis de quartzito, anfíbolito e mármore; ficando nos domínios das sequências vulcanossedimentares proterozóicas dobradas, metamorfizadas de baixo a alto grau;

com a textura, porosidade e relevos iguais a unidade geológica de Belém do São Francisco. A unidade 3 é formada por litotipos, cianita-granada metagrauvaca turbidítica; estando no domínio das sequências sedimentares proterozóicas dobradas, metamorfizadas de baixo a alto grau; tendo textura e porosidade iguais a formação supracitada 2; com o relevo de chapadas e platôs; o quarto grupo é composto de litotipos, quartzitos micáceos, quartzitos-feldspáticos e metarcósios bandados com intercalações de rochas calcissilicáticas; apresentando domínio, textura, porosidade em conformidade com a unidade 3. Seu relevo é montanhoso.

A estrutura geológica formada por granitóides indiscriminados possui litotipos, monzogranitos, sienogranitos, granodioritos, tonalitos e sienitos predominantemente inequigranulares finos a médios e, localmente exibem foliação magmática; estando sob os domínios dos complexos granitoides intensamente deformados (ortognaisses); com textura e porosidade idênticas a da unidade anterior; e relevo composto por chapadas e platôs.

Deve-se salientar que, apesar da CPRM (2014) considerar que no complexo Cabrobó, unidade 2, possui colinas, o que ocorre de fato é um relevo em forma de colinas, logo a área encontra-se localizada no planalto da Borborema; em relação as chapadas, dentro dos limites da poligonal municipal, as mesmas não ocorrem, mas existe a presença de estruturas com topos tubuliformes, resultantes de processos erosivos, destacando-se as erosões: eólica, devido as elevadas altitudes, média de 850 m; e hídrica por causa do elevado índice pluviométrico. Conforme o INMET (2013), sua precipitação média anual é superior a 80 mm, tendo o mês de julho como as maiores médias pluviométricas 155,8 mm.

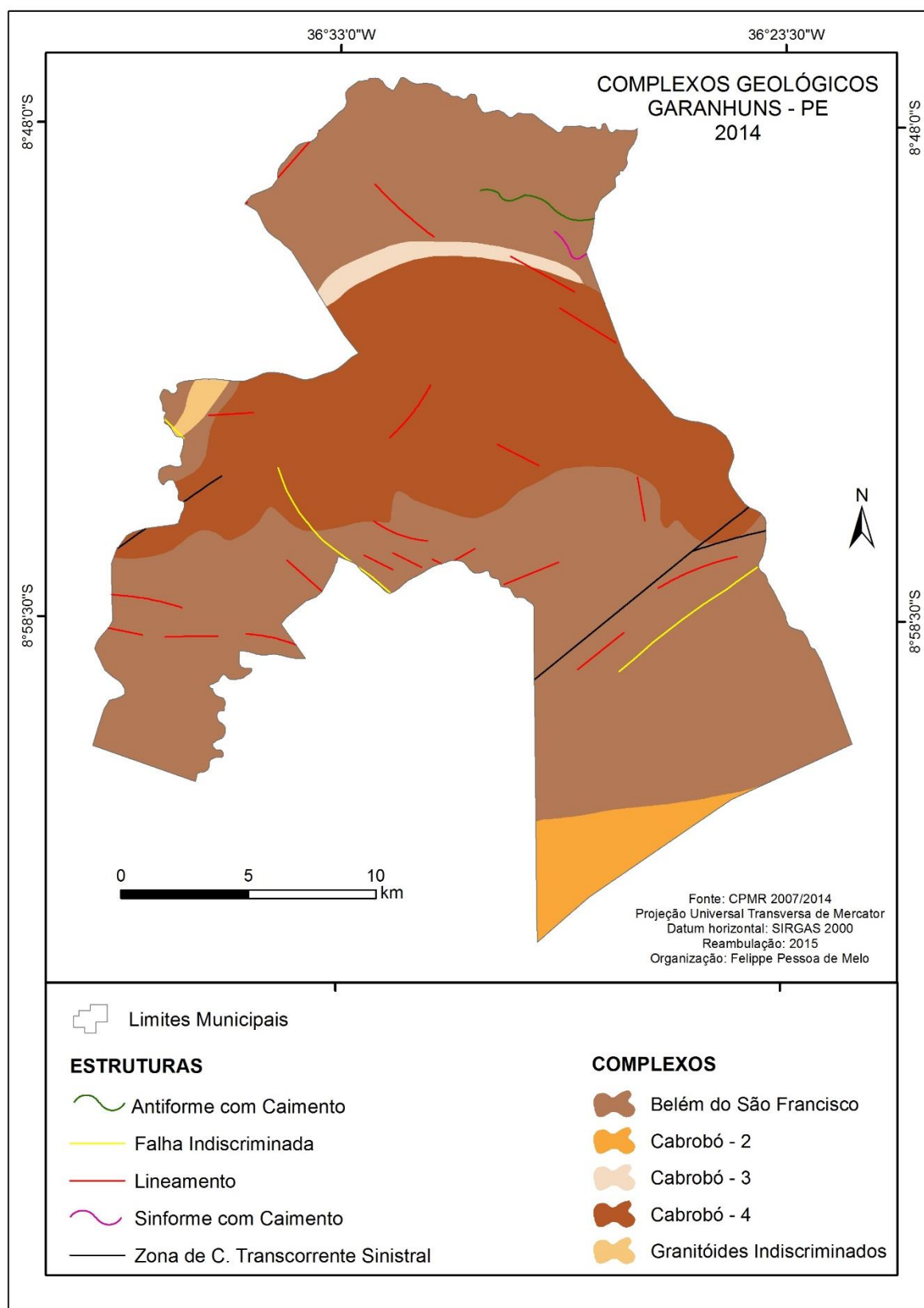


Figura 06 - Complexos geológicos nos limites municipais.



As estruturas geológicas principais, tendo como referência os limites municipais são: três zonas de cisalhamento, Bonito alongando-se de  $-8^{\circ} 57' 2'' / -36^{\circ} 25' 26''$  a  $-8^{\circ} 56' 35'' / -36^{\circ} 23' 52''$ ), com uma extensão de 3.012,6 m; Rio da Chata, localizada entre  $-8^{\circ} 59' 48'' / -36^{\circ} 28' 48''$  a  $-8^{\circ} 56' 5'' / -36^{\circ} 24' 12''$ ), transcorrendo 10.788 m; Saloá inicia-se a  $-8^{\circ} 57' 4'' / -36^{\circ} 36' 18''$  a  $-8^{\circ} 56' 39'' / -36^{\circ} 37' 8''$ , em seguida percorre um trecho de 1,87 km, no território de Saloá, devido a sinuosidade dos limites municipais, tendo seu recomeço na poligonal de Garanhuns em  $-8^{\circ} 56' 2'' / -36^{\circ} 36' 18''$  indo até  $-8^{\circ} 55' 29'' / -36^{\circ} 35' 30''$ , equivalente a uma extensão de 1.794 m; dezesseis lineamentos, sendo que a estrutura linear que está situada no extremo noroeste na divisa com Caetés, não encontra-se totalmente nos limites de Garanhuns, de forma que tem seu início a  $-8^{\circ} 49' 43'' / -36^{\circ} 35' 1''$ , estendendo-se por 102.68 m, logo após passa por um trecho de aproximadamente 1 km, por Caetés, até entrar no território de Garanhuns, ao todo os lineamentos totalizam uma poligonal aberta de 42.695 m, encontram-se inseridos no retângulo envolvente de  $-8^{\circ} 59' 36'' / -8^{\circ} 49' 43''$  e  $-36^{\circ} 37' 54'' / -36^{\circ} 24' 27''$ ; três falhas indiscriminadas, a primeira a sudeste, com 6.777 m de comprimento, situada entre  $-8^{\circ} 59' 36'' / -36^{\circ} 27' 1''$  e  $-8^{\circ} 57' 21'' / -36^{\circ} 24' 4''$ , a segunda à sudoestes, alongando-se de  $-8^{\circ} 57' 59'' / -36^{\circ} 31' 53''$ , com segmento de 6.427 m, tendo um pequeno percurso de 314,85 m a mais se anexar o trajeto que ela percorre em Brejão, a estrutura localizada entre  $-8^{\circ} 54' 43'' / -36^{\circ} 36' 17''$  e  $-8^{\circ} 54' 15'' / -36^{\circ} 36' 44''$ , estende-se por 1.099 m; uma formação sinforme com caimento, 3.012 m de superfície a nordeste, distribuída entre os pares de coordenadas  $-8^{\circ} 50' 53'' / -8^{\circ} 50' 12''$  e  $-36^{\circ} 28' 28'' / -36^{\circ} 27' 44''$ ; uma feição antiformal com caimento, de 4.962 m ao sul, disposta no retângulo envolvente de  $-8^{\circ} 50' 2'' / -8^{\circ} 49' 21''$  e  $-36^{\circ} 30' 1'' / -36^{\circ} 27' 35''$  (CPRM, 2007).

CPRM (2014), em relação aos minerais de relevante interesse comercial, o município apresenta cinco áreas (Figura 07), tendo como substrato principal: água mineral em um reservatório subterrâneo que transcende os limites municipais (278,3 km<sup>2</sup> - área total), mas sua maior poção está situada no perímetro do município ( $-8^{\circ} 50' 10'' / -8^{\circ} 58' 30''$  e  $-36^{\circ} 26' 02'' / -36^{\circ} 37' 46''$ ); caulim, na fazenda Serra Branca ( $-8^{\circ} 53' 28'' / -36^{\circ} 31' 41''$ ); ferro, ainda não explorado ( $-8^{\circ} 49' 52'' / -36^{\circ} 31' 3''$ ) e quartzo ( $-8^{\circ} 48' 59'' / -36^{\circ} 31' 3''$ ), ambos situados na propriedade Belmonte; rochas ornamentais, na fazenda Aline ( $-8^{\circ} 48' 29'' / -36^{\circ} 27' 38''$ ) e na propriedade Ferreira Costa ( $-8^{\circ} 48' 40'' / -36^{\circ} 27' 15''$ ).

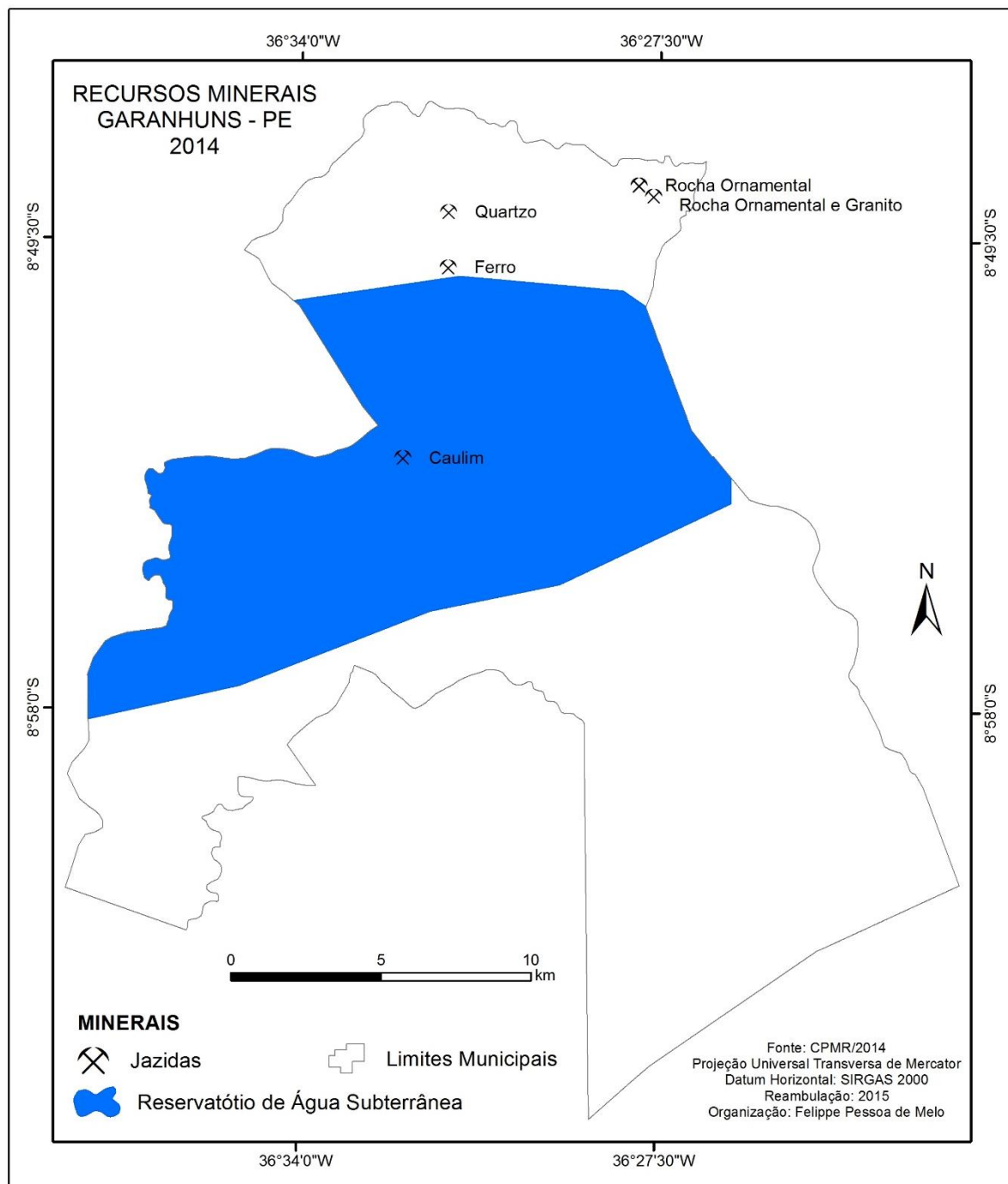


Figura 07 - Localização dos recursos minerais mais relevantes.

Sob o ponto de vista da potabilidade, o estado apresenta capacidade de produção de água de boa qualidade. As bacias sedimentares se destacam como importantes reservatórios e a sua qualidade dependerá de composição química, características físico-químicas, temperatura, radioatividade etc. Com base na variação desses parâmetros, elas podem ser classificadas como águas minerais e captadas por meio de fontes naturais ou poços artesianos. As principais áreas propícias à existência de fontes para engarrafamento estão localizadas em Paulista, Garanhuns, Gravatá, Camaragibe, Paudalho (Engenho Aldeia), no Vale do Catimbau e no sopé da Serra de Tacaratu. Em Garanhuns, o aquífero compreende o pacote de quartzitos e quartzitos arcoseanos do Complexo Cabrobó, sobre o qual está situada a referida cidade. No sopé desse pacote de metapsamitos encontram-se fontes, como a “Gruta da Água”, que alimenta um dos açudes que fornecem água para a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) abastecer esse centro urbano. Outras três fontes importantes foram cadastradas, as quais são responsáveis pelo abastecimento das engarrafadoras Garanhuns, Serra Branca e São Luiz. (CPRM, 2014, p.42)

Pernambuco corresponde ao quarto produtor regional de rochas ornamentais e britas, com exportações superiores a US\$ 2.000.000,00/ano. As maiores reservas conhecidas estão localizadas nos municípios de Bom Jardim, Sertânia, Arcoverde, Venturosa, Garanhuns, Caruaru e Toritama. Devido às peculiaridades litológicas e estruturais, a porção central e SSE de Garanhuns apresenta baixa susceptibilidade a movimentos de massa, estando as demais áreas sujeitas a deslizamentos e desmoronamentos (CPRM, 2014).

### 3.4.2 Geomorfologia

Tomando como base os limites da província da Borborema, e usando a escala de 1:2.500.000, para análise das unidades geomorfológicas, destacam-se: as depressões Sertaneja e do São Francisco, a primeira ao norte e a segunda ao sul; a chapada do Araripe, a oeste; serra dos Cariris Velhos, a és-nordeste; planalto da Borborema, a és-sudeste; platôs residuais no transcorrer da unidade (Figura 08).

Compreende-se como sendo parte do planalto da Borborema todo o setor de terras altas, isolinhas acima de 200 m, situado a norte do rio São Francisco, estruturado nos diversos litotipos cristalinos correspondentes aos maciços arqueanos remobilizados, sistemas de dobramentos brasileiros e intrusões ígneas neoproterozóicas sin-tardie pós-orogênicas. O limite oriental do planalto é

genericamente definido pela ruptura de gradiente existente entre a encosta e os patamares rebaixados do piemonte em direção à costa. A depressão sertaneja, a oeste, define o limite ocidental como um semicírculo de terras baixas semiáridas separadas do topo do planalto por uma escarpa, que ressalta os controles litológicos e estruturais (CORRÊA et al., 2010).

No Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil, as marcantes diferenças climáticas existentes entre as suas escarpas orientais, expostas às precipitações orográficas advindas da umidade trazida pelos ventos úmidos dos setores E-SE, e a vertente norte-ocidental, submetida ao clima semiárido tropical, com larga estação seca e precipitações espasmódicas de verão-outono, exacerbado pelo efeito da sombra pluvial, resultam em domínios morfoesculturais distintos. A leste, as escarpas são recobertas por espessos mantos de alteração; a oeste, faz-se notável a distinção litológica dos modelados de dissecação diferencial, degraus de soerguimento tectônico e extensas paleosuperfícies regionais de gênese complexa. (CORRÊA et al., 2010, p.3)

Para CPRM (2008), o planalto da Borborema abrange a porção central dos estados de AL, PB, PE e RN. Apresentando cotas altimétricas a partir de 500 m de altitude, caracterizado por extensas áreas aplainadas e por de colinas amplas e suaves, delimitadas por escarpamentos ou degraus, nas bordas leste e oeste. A primeira drena para Zona da Mata Nordestina e é constituída por colinas, tabuleiros e planícies costeiras que ocupam o litoral oriental do Nordeste, entre Aracaju e Natal. Trata-se de uma área úmida situada na vertente a barlavento da Borborema. Devido a essa barreira orográfica, os ventos alísios de leste (massa equatorial atlântica) são impedidos a galgar o planalto, promovendo uma intensa pluviosidade, principalmente no inverno. Já a segunda, constitui-se de vastas superfícies aplainadas, drenando para depressão Sertaneja. Trata-se de uma área semiárida situada na vertente sotavento da Borborema. Nesse caso os ventos ultrapassam o planalto da Borborema sem umidade, o que explica a falta de chuvas no interior. A vegetação dominante é a caatinga.

De um modo geral o que se encontra no Nordeste é um velho planalto com um grande setor rebaixado sobre o qual se sobressaem relevos isolados e resíduos tabulares do antigo capeamento sedimentar. A outra porção exibe altitudes mais elevadas que vão dos 500 aos 1.000 metros em média, é o que se chama de Planalto da Borborema propriamente dito. (MELO, 1956, p.13 apud CORRÊA et al., 2010, p.40)

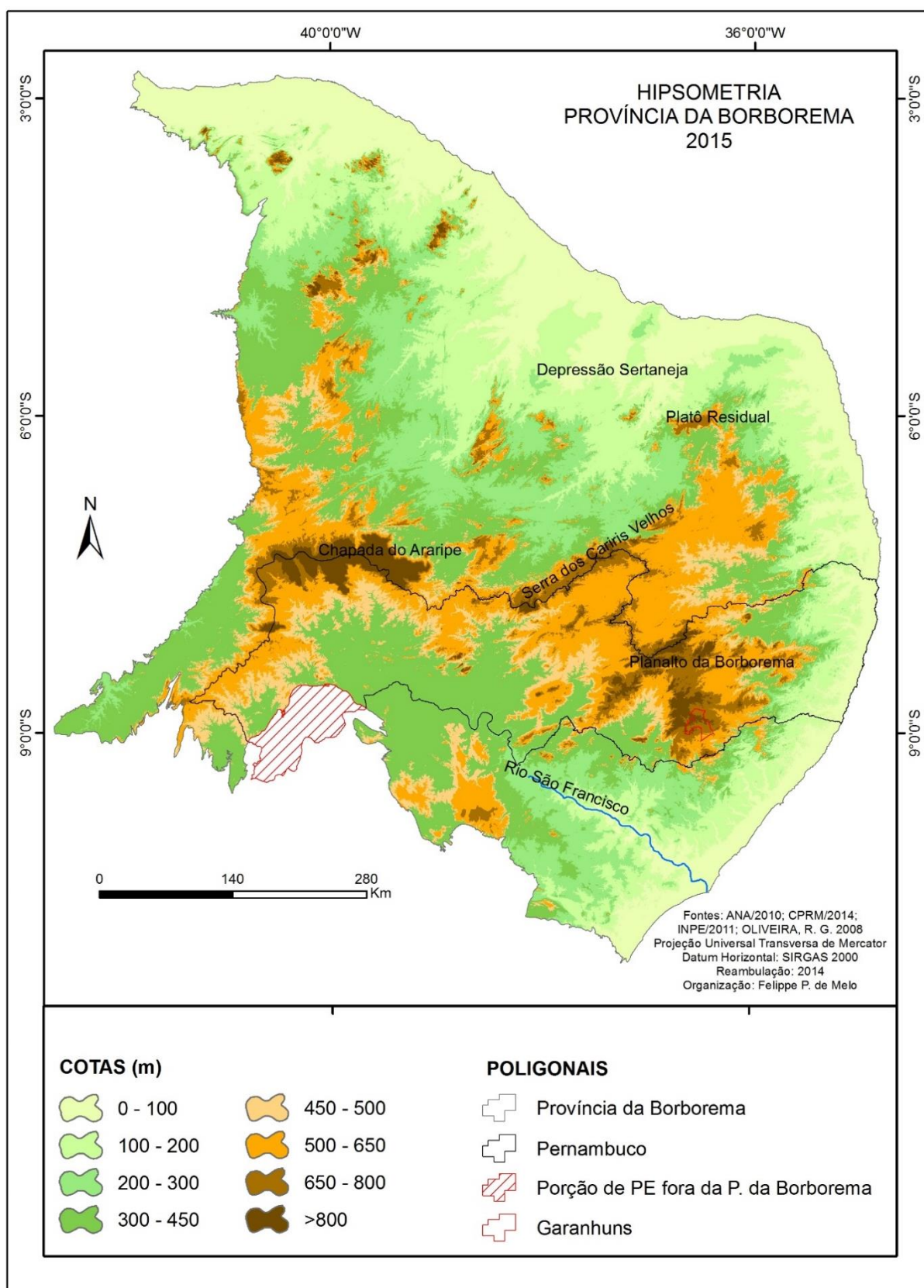


Figura 08 - Unidades geomorfológicas da poligonal da província da Borborema.

Segundo Oliveira (2008), o planalto da Borborema possui uma forma elíptica alongada na direção NNE/SSW, com extremidade mais larga limitada pelo rio São Francisco a SSW, e a extremidade afinada apontando para Touros-RN, a NNE. O comprimento maior é de 470 km e a largura oscila de 330 a 70 km. As maiores altitudes, entre 1.000 e 1.200 m, ocorrem na parte central e no flanco oeste, onde um conjunto de cumeeiras delimita a depressão Sertaneja. O flanco leste é limitado por gradientes mais suaves, em transição para os tabuleiros costeiros. Sua porção sul, apresenta suave transição para o vale do Baixo São Francisco. A extremidade NNE, aponta para região de encontro das margens costeira leste e equatorial, no alto tectônico de Touros.

CPRM (2014), o processo de orogênese Brasileira-Pan-Africana agregou grandes áreas do Brasil e África, originando o supercontinente Gondwana, quando as cadeias de montanhas brasileiras passaram a ser erodidas e todo o território nordestino passou a se comportar como uma vasta sinéclise até o início do Mesozoico. De forma que ocorreu a deposição de sedimentos marinhos e continentais, hoje preservados nas bacias de Jatobá e Araripe e em pequenas bacias interiores. Nessas bacias formaram-se pequenas concentrações de linhito, ferro e fosfato uranífero, sendo ainda as formações Tacaratu e Inajá importantes reservatórios de água subterrânea. No Triássico e no Jurássico iniciou-se um novo ciclo de deposição de sedimentos, que, a partir do Cretáceo, desencadeou a fragmentação do Gondwana e a abertura do oceano Atlântico, com a formação de bacias sedimentares similares de cada lado do Atlântico.

Essas bacias abrangem rochas e estruturas que refletem os diferentes estágios da quebra do Gondwana (estágios pré-rifte e rifte - respectivamente, pré-quebra e quebra), presentes nas bacias interiores e de margem passiva (sequências do golfo e do oceano), hoje preservadas na costa do Brasil e representadas no estado de Pernambuco pelas bacias de Pernambuco e da Paraíba. Desse modo, formaram-se importantes concentrações de gipsita, calcário e fosfato. A partir do Paleógeno, o Nordeste comportou-se como terra emersa, ocorrendo apenas a formação de pequenas bacias interiores e litorâneas continentais, em resposta à erosão do relevo nordestino e à sua sucessiva pediplanização, que resultou na formação do planalto da Borborema.

Entre as latitudes de 10 e 19° S, a região entre o vale do São Francisco e a costa oriental do Brasil apresenta uma disposição essencialmente regular. Como pode ser observado nos mapas geomorfológicos, os poucos remanescentes das superfícies Gondwana e post-Gondwana acham-se distribuídos principalmente ao longo da Serra Geral, que constituiu anteriormente um importante divisor de águas que separava os cursos d'água que atingiram diretamente o mar, de uma drenagem que corria para o interior e provavelmente atingia a costa norte do Brasil. Esta antiga disposição da drenagem foi profundamente alterada por movimentos tectônicos que ocorreram no Terciário superior, incluindo a incisão do vale de afundamento do São Francisco através da superfície, em época plio-pleistocênica. (KING, 1956, p.210)

Oliveira (2008), para explicar as causas do soerguimento do planalto da Borborema, levou em consideração os seguintes aspectos: a correlação entre o magmatismo cenozóico e o soerguimento do planalto da Borborema; baixo volume de rochas magmáticas cenozóicas cartografadas no continente, enquanto na área de oceânica as interpretações dos dados gravimétricos da anomalia ar-livre indicam a possibilidade de que exista um grande volume de rochas magmáticas sobre a crosta oceânica adjacente da província da Borborema; os resultados do cálculo de dinâmica gravitacional indicam um modelo isostático em que ocorreram carregamentos combinados no topo e na base da crosta, com uma taxa de carregamento ( $f_i$ ) = 15, que combina com o modelo geológico underplating magmático da crosta.

Para o referido pesquisador, as causas para o magmatismo no continente e no oceano foram as mesmas, como seria no caso de um mecanismo de *Edge Driven Convection* - EDC, é admissível que grande parte do magmatismo ocorrido no manto de região continental tenha ficado retido na base da crosta gerando um *underplating* magmático. Então, pode-se inferir a seguinte sequência para o soerguimento do planalto da Borborema: primeiro, surgimento de um processo de EDC; segundo, por causa disso a interface litosfera/astenosfera foi desestabilizada e a convecção produziu um arrasto da litosfera fria para dentro do manto quente; terceiro, ocorreu a geração de magma da área de oceânica e na área continental, a qual grande parte do magma ficou presa na base da crosta formando um underplating; quarto, a crosta foi soerguida e deformada por um empuxo produzido pelo contraste negativo de densidade entre as rochas magmáticas presas na base da crosta e no manto circundante; quinto, com o transcorrer do tempo, novos pulsos magmáticos ocorreram por causa da manutenção da corrente de convecção em pequena escala,

enquanto o relevo do planalto da Borborema foi sendo aplanado pelo processo de reequilíbrio isostático.

O mecanismo denominado de “Edge Driven Convection - EDC” é baseado na geração de correntes de convecção em pequena escala na região de instabilidade entre a litosfera continental espessa e fria e o manto adjacente quente. As correntes de convecção geradas pela instabilidade são capazes de produzir, ao longo do tempo, magmatismos intraplaca e, simultaneamente, provocar a diminuição da estabilidade da interface litosfera continental/manto astenosférico, além de produzir um arrasto do manto litosférico frio para o interior do manto subjacente quente. (OLIVEIRA, 2008, p.377)

O município de Garanhuns encontra-se totalmente inserido nos domínios do planalto da Borborema, na borda oriental. Com cotas topográficas que oscilam de 511 a 1.030 m (Figura 09). No primeiro caso, destacam-se os patamares erosivos mais rebaixados e afastados das superfícies de cimeira, formando superfícies aplainadas aluviais; no segundo, a estrutura somital do morro do Magano, localizada a  $-8^{\circ} 52' 42''$  /  $-36^{\circ} 31' 6''$ , com o topo levemente aplainado, sua encosta leste serve de acesso principal, por apresentar uma declividade mais suave.

Para Azambuja (2007), as estruturas geneticamente homogêneas apresentam como elementos denunciais:

- Topos - Compartimento tabular, no qual se situa a área urbana, fica estruturada sobre altitudes que variam entre 800 a 950 m. Possuem ruptura de declividade ora convexa ora retilínea, apresentando dissecções que variam de 50 a 100 m entre topo e fundo de vale. Frequentemente, este tipo de relevo apresenta-se fortemente dissecado sobre as unidades de encostas com registro extensivo de paleo-escarificações estabilizadas pela cobertura vegetal;
- Encostas ou Vertentes - São encontradas com frequência três tipos de ruptura de declividade (retilíneas, côncavas e convexas).

A referida ainda salienta que em relação aos elementos de acumulação sobressaem:

- Rampas de Colúvio - As vertentes são consideradas como elemento de acumulação sub-recente. Formas assaz comuns sobre a transição



entre encostas íngremes e terraços fluviais. Sua origem deve-se a sucessivos processos morfogenéticos pontuais, responsáveis pela remobilização do regolito a jusante de tais encostas. São rampas de ondulação suave que adquirem destaque pela coalescência de vários depósitos coluviais. Devido à heterogeneidade dos seus sedimentos, muitas vezes, estes locais configuram-se como instáveis, podendo em certos estágios se transformarem em nova área fonte de sedimentos, quando fortemente erodidas;

- Plano Aluvial - Este compartimento ocorre em áreas baixas e planas ao longo dos tributários e do próprio riacho da Rua Nova a SSE do perímetro urbano e ao longo do vale do riacho São Vicente a NNE. Frequentemente são limitados por encostas de rampas de colúvio que formam truncamento sobre as áreas de terraços propriamente ditas;
- Terraços - Encontram-se preenchidos por material aluvio-coluvionar cortado pela drenagem intermitente, correspondente ao ciclo Paraguaçu de King. São locais extensamente ocupados pela agricultura de gêneros alimentícios.

King (1956), o ciclo Paraguaçu desenvolveu-se em duas fases: a primeira, marcada por terraços que se alongam para o interior; segunda, uma fase de fundo de vales, na qual os rios não foram completamente nivelados, os talwegues dos rios passaram por um basculamento recente em direção ao mar, o afogamento das extremidades interiores dos vales dos rios, também pode ter sido causado pelo mesmo fenômeno.

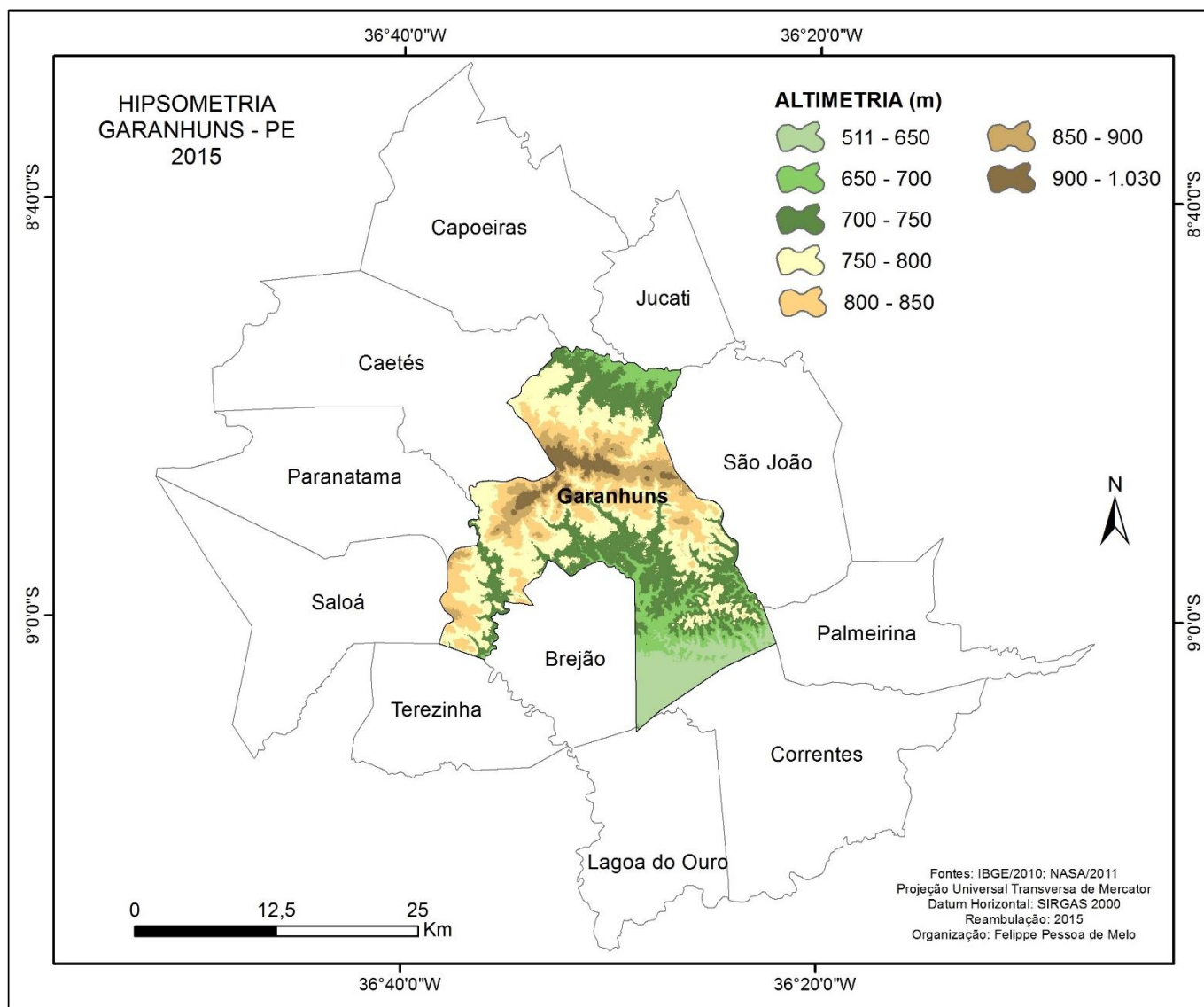


Figura 09 - Classes hipsométricas da poligonal municipal.

Na região de Garanhuns, numa faixa grosseiramente este-oeste, coincidindo com a ocorrência de quartzitos, ocorre zona serrana, coberta por floresta de altitude. A norte e a nordeste de Garanhuns, na direção de São Bento do Una, de Lajedo, de Jurema e de Ibirajuba, o relevo se apresenta aplainado, com menores gradientes, se bem que dissecado pelos formadores do Rio Una e do Mundaú, apresentando algumas serras em torno de Jupi, e, mais ao norte, em torno de Ibirajuba. Esse aplainamento é em parte explicado pelas foliações de baixo ângulo que ocorrem na região. No extremo sudeste da Folha Garanhuns a intensa ação do clima quente e úmido, atuando em rochas graníticas, gnáissicas e migmatíticas, levou à peneplanização do relevo, esculpindo morros e colinas com formas arredondadas, e originando drenagem tipo dendrítica. Em termos evolutivos, algumas áreas em torno de Garanhuns, com cotas em torno de 1.000 m corresponde à superfície pós-Gondwana de King, de provável idade Cretáceo Superior. Com cotas em torno de 900 m, ocorre, ocupando quase toda a área estudada, a superfície Sul-Americana, à qual é muito mais preservada que a superfície pós-Gondwana, com provável idade cenozóica. Na parte SE da área estudada ocorre a transição entre a superfície Sul-Americana e a superfície Sertaneja. (CPRM, 2008, p.3)

### 3.4.3 Hidrografia

O estado de Pernambuco encontra-se sob os domínios das bacias do Atlântico Norte/Nordeste e do São Francisco. A primeira, com uma área de 1.068.670 km<sup>2</sup>, dos quais 34.474,2 km<sup>2</sup> encontram-se localizados no território pernambucano; a segunda, com 625.756 km<sup>2</sup>, estando 63.501,6 km<sup>2</sup> situados em PE. Sendo que, o município de Garanhuns fica totalmente inserido na bacia hidrográfica do Atlântico Norte/Nordeste (Figura 10) (ANA, 2010).

A folha Garanhuns, por se localizar na superfície cimeira, se constitui num divisor de bacias hidrográficas. A região é cortada pelos rios Una, Mundaú e Canhoto. O Rio Una, é um dos principais rios de Pernambuco, nascendo na região de Caetés e desaguardo no Oceano Atlântico próximo a Barreiros. Tem como afluente, que também corta a região em foco, o Rio da Chata, que nasce em Calçado. O Rio Mundaú nasce próximo à cidade de Garanhuns e drena toda a região a sudeste e sul de Garanhuns através de seus afluentes, destacando-se o Inhaúma. O Rio Canhoto nasce nas proximidades de Caetés, passando por Itacatú, Canhotinho, Paquevira, Serra Grande, já no estado de Alagoas. (CPRM, 2008, p.3-4)

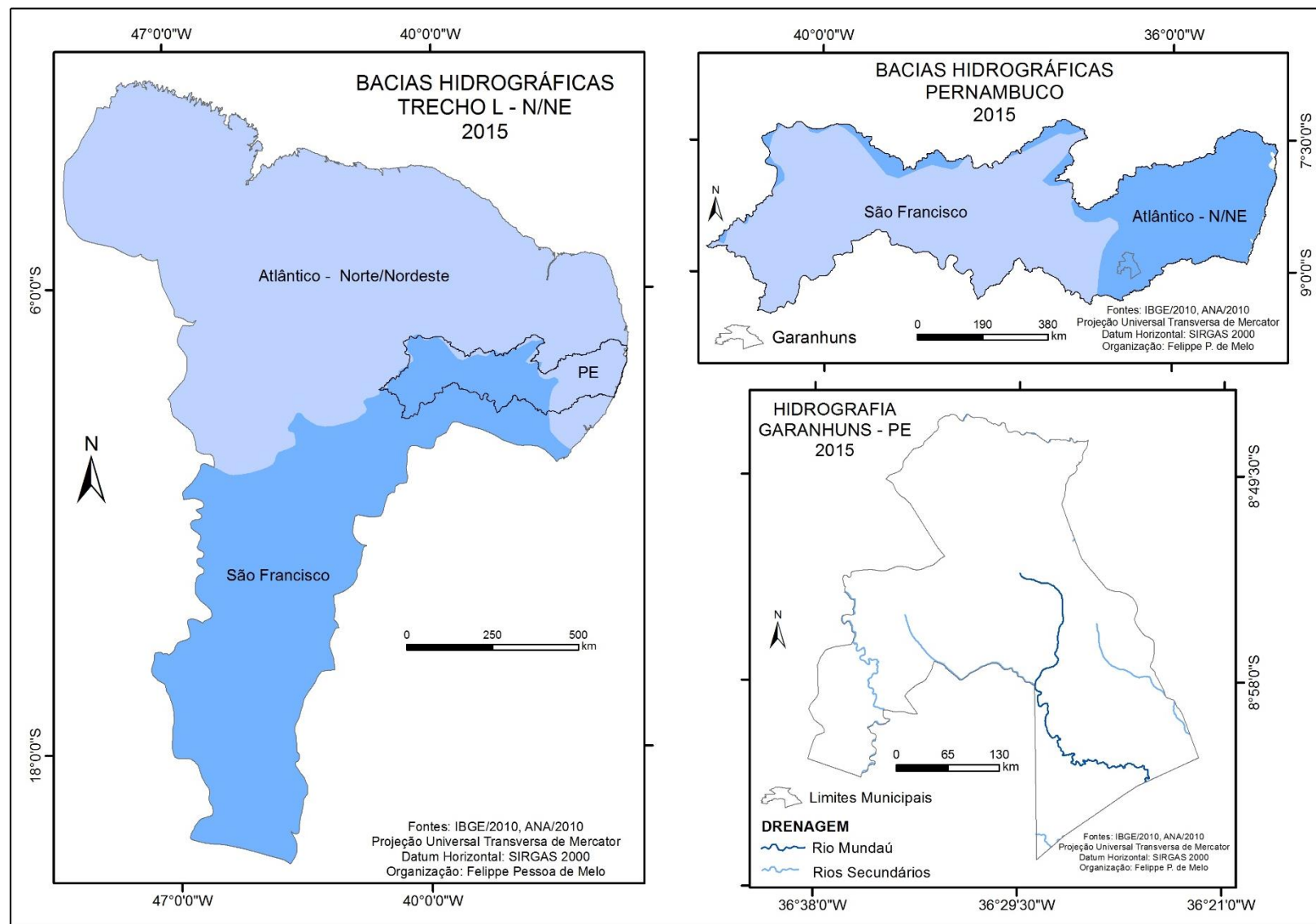


Figura 10 - Sistema hidrográfico.

Analisando esse sistema hidrográfico em escala regional, o município está inserido na bacia hidrográfica do Mundaú (Figura 11). Uma de suas nascentes fica inserida nas imediações do Parque Ruber Van Der Linden, popularmente denominado de Pau Pombo, no bairro Santo Antônio, mais precisamente nas coordenadas geográficas de  $-8^{\circ} 53' 33''$  e  $-36^{\circ} 29' 27''$ .

Essa rede hidrográfica está localizada nos estados de PE e AL, abrangendo uma área de 4.090,39 km<sup>2</sup> dos quais 2.154,26 km<sup>2</sup> estão no estado de Pernambuco, correspondendo a 2,19% de sua área. A porção compreendida no território pernambucano encontra-se delimitada pelos paralelos  $-8^{\circ} 41' 34''$  /  $-9^{\circ} 14' 00''$  e pelos meridianos de  $-36^{\circ} 03' 36''$  /  $-36^{\circ} 37' 27''$ , limitando-se com a bacia hidrográfica do rio Una (N, L e O), no estado de Alagoas, e a um grupo de rios secundários (S). O rio Mundaú nasce em Garanhuns. Seus principais afluentes são os riachos Conceição e Salgado, e rios Correntes, Mundauzinho e Canhoto (SRHE, 2011).

Segundo Marcuzzo et al. (2011), mesmo apresentando baixa densidade de drenagem, a bacia hidrográfica do rio Mundaú possui em seu histórico alagamentos recorrentes que têm grande relação com o relevo cujas terras apresentam elevada amplitude altimétrica, o que favorece a rápida concentração das águas de chuva. Possui considerável variação de sua área, proporcionada pela linearidade da bacia e por fatores geofísicos. Apresentando as seguintes características hidromorfológicas: relação de bifurcação média (4,21), índice de sinuosidade elevado (81,46%), comprimento do canal principal é de 158,27 km e gradiente de 861 m, equivalente vetorial de 113,24 km, área da bacia de 4.457,87 km<sup>2</sup>, perímetro de 382,68 km, forma triangular, comprimento dos canais de 1.029,17 km, amplitude altimétrica de 1.018 m, coeficiente orográfico 0,06 e 4,43 de índice de rugosidade.

Faz-se necessário ressaltar que a remoção da mata ciliar (originalmente formada por mata atlântica) é um problema complexo ao longo do percurso do rio Mundaú, sendo de fácil identificação fenômenos geofísicos como deslizamentos de suas margens (Figura 12). Com a implantação do sistema Mundaú II ou barragem do Cajueiro II, o fluxo natural ficou comprometido, ficando a vazão desse ponto em diante ( $-9^{\circ} 40' 51''$  /  $-36^{\circ} 24' 39''$ ) condicionada ao nível de água do reservatório. Problemática que já traz consequências visíveis para dinâmica socioambiental, destacando-se a construção de pequenos diques no leito do rio (Figura 13), para a manutenção das atividades agrárias pretéritas a implantação da barragem.

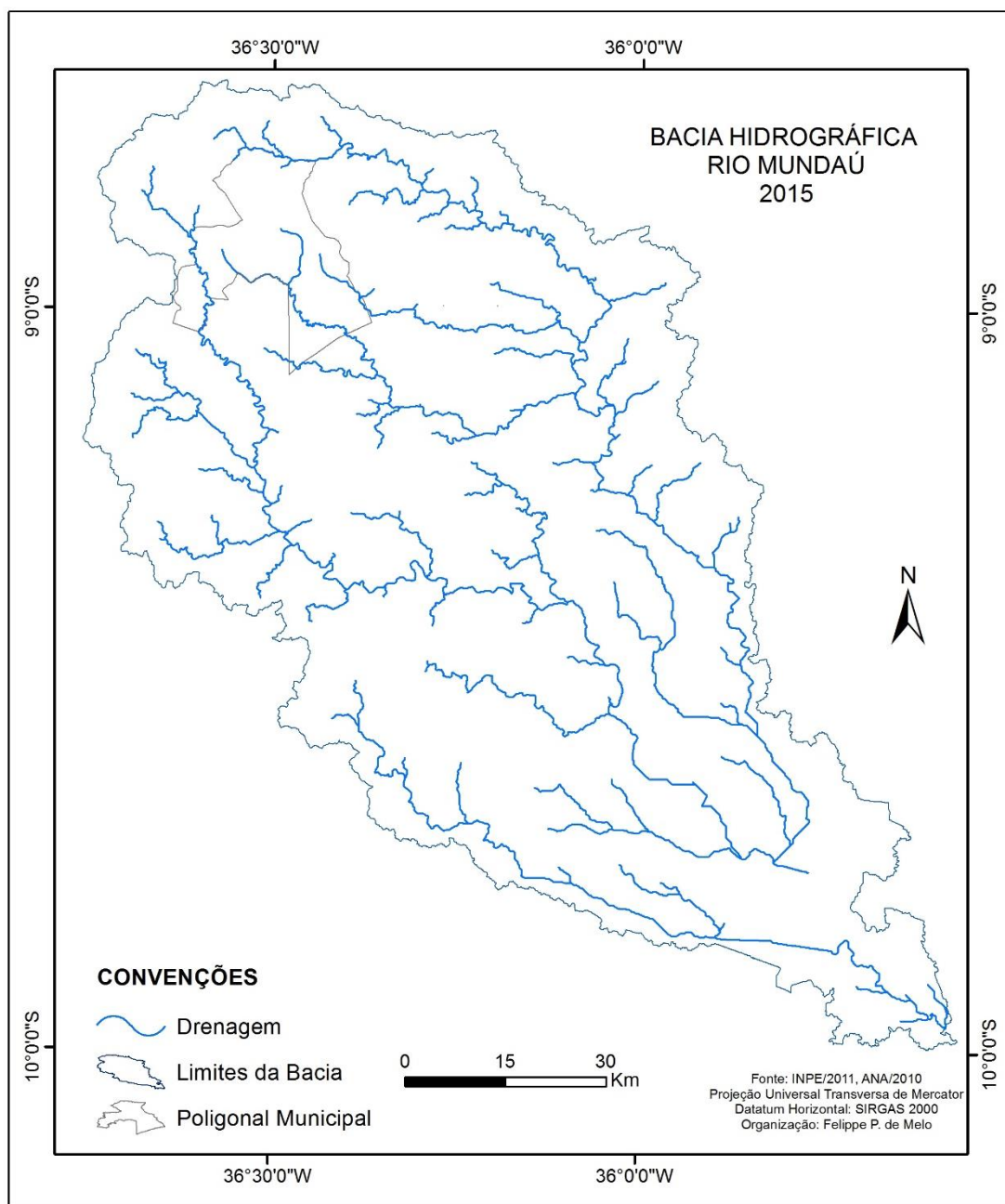


Figura 11 - Bacia hidrográfica do rio Mundaú.





Figura 12 - Deslizamento das encostas do rio Mundaú.  
 (Coordenadas geográficas da base central da figura - S 9° 1' 4", O 36° 27' 34")  
 Fonte: Trabalho de campo - 06/07/2015.



Figura 13 - Dique artificial no rio Mundaú.  
 (Coordenadas geográficas da base central da figura - S 8° 59' 49", O 36° 28' 26")  
 Fonte: Trabalho de campo - 06/07/2015.

Classificada como um conjunto de fitofisionomias e de formações florestais, a Mata Atlântica se distribui de faixas litorâneas, florestas de baixadas, matas interioranas e matas de altitude. São nessas regiões que vivem 62% da população brasileira, cerca de 110 milhões de pessoas. Com um contingente populacional enorme que depende da conservação dos remanescentes de Mata Atlântica para a garantia do abastecimento de água, a regulamentação do clima, a fertilidade do solo, entre outros serviços ambientais. Vale apenas destacar ainda a existência de sete das nove bacias hidrográficas brasileiras neste bioma. (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2008, apud SOUZA; SOUZA, 2009, p.126)

Segundo a SRHE (2011), como medida compensatória e com a finalidade de realizar ações sustentáveis nesse reservatório, foram introduzidos aproximadamente 80 mil alevinos em 22 de março de 2011. A referida secretaria ainda destaca que atualmente essa barragem é a principal fonte de abastecimento hídrico do município.

Ações compensatórias são necessárias em obras que tenham impacto na dinâmica natural dos ecossistemas. Mas, no caso em questão não se levou em consideração três variáveis principais: recuperação da mata ciliar, reduzindo assim as pressões antrópicas nesse corpo d'água; descontaminação hídrica, devido a descartes inadequados de resíduos sólidos e líquidos nesse sistema; as inter-relações entre a vazão do rio e a dinâmica agrária posterior ao reservatório.

Os rios e estuários constituem parte fundamental nos processos de deposição dos resíduos gerados pela atividade humana. Consequentemente, pode ser de grande importância conhecer-se com antecipação que tipos de magnitudes de danos podem ocorrer em determinados locais em função do despejo de cargas poluidoras nesses ambientes aquáticos. Tais despejos podem ocorrer de forma controlada ou descontrolada. Em qualquer um dos dois casos deve-se prever zonas de segurança dentro das quais a água apresente padrões de qualidade compatíveis com determinados usos. De forma complementar, deve-se também prever zonas críticas de poluição, nas quais medidas devem ser tomadas no sentido de melhorar a qualidade da água, ou mesmo coibir seu uso. (SOUZA et al. 2009, p.182)

A qualidade do meio ambiente no qual a sociedade interfere, modifica e vivencia influi consideravelmente na própria qualidade de vida dos habitantes. Discutir qualidade ambiental não é tarefa fácil, pois engloba um conjunto de fatores integrados entre si, dentre eles, as condições socioeconômicas da população, o sistema de saúde e educação, moradia, abastecimento e qualidade da água, alimentação, saneamento básico, infraestrutura, qualidade do ar, as áreas verdes, além de aspirações e necessidades individuais e da comunidade. (RESENDE; SOUZA, 2009, p.48)



Corroborando com os autores supracitados e trazendo a problemática em questão, ou seja, dinâmica socioambiental do rio Mundaú, o problema não está na utilização de suas águas para atividades antropogênicas, e sim no modelo inadequado de gestão dos recursos hídricos (insustentável). Outra variável que deve ser ponderada é a vazão do referido sistema hidrográfico, para que se possam realizar atividades antrópicas sem o comprometimento do recurso.

Moraes et al. (2006), salientam que o regime hidrológico do rio Mundaú, estação fluviométrica Fazenda Boa Fortuna (S 9° 28' 02" / O 35° 51' 35" - 1974/2001), tem uma variação mensal bastante suavizada com o máximo valor em julho com cerca 20% de toda a vazão anual, e mínimo em janeiro com 3%. Sua oscilação anual de vazão teve o maior valor em 1977 (média - 62,1 m³/s), e o menor em 1999 (média - 10,5 m³/s). Já a variação sazonal observada na estação, demonstra que o período de maior vazão é o inverso com 43% da vazão anual, enquanto a estação de menor vazão é o verão com apenas 12% da vazão anual. O período de retorno para o valor máximo da vazão é de 34 anos.

#### 3.4.4 Clima, Cobertura Vegetal e Solo

O clima é o ambiente atmosférico constituído pela série dos estados atmosféricos que ocorre num lugar em sua sucessão habitual. A noção de clima se refere principalmente a um lugar, a uma estação. O conjunto das variações atmosféricas que registram nossos sentidos diferente de um lugar a outro com grande rapidez; em cada lugar mostra uma individualidade original, às vezes irredutíveis à individualidade mais próxima. (SORRE, 1955 apud JATOBÁ, 2014, p.31)

Segundo Marengo (2008), o Nordeste brasileiro apresenta alta variedade climática, podendo-se observar desde o clima semiárido (Figura 14), ou Bsh (classificação de Köppen) no interior desta região, com precipitação acumulada inferior a 500 mm/ano, até o chuvoso, observado principalmente na costa leste, com precipitação acumulada anual superior a 1.500 mm. O litoral norte da região recebe entre 1.000 e 1.200 mm/ano, a porção mais afetada pela escassez de chuvas é o Polígono da Secas (dos nove estados nordestinos apenas o Maranhão fica fora), com 900.000 Km². Nessa região, os anos de secas e chuvas abundantes se alternam de maneiras erráticas, destacando-se as secas de: 1710 - 11, 1723 - 27,

1736 - 57, 1744 - 45, 1777 - 78, 1808 - 09, 1824 - 25, 1835 - 37, 1844 - 45, 1877 - 79, 1982 - 83, 1997 - 98, assim como secas menores em 2003 e 2005. Existem basicamente três regimes chuvosos, sendo:

- S/SO - O principal período chuvoso é de outubro a fevereiro. As chuvas são ocasionadas principalmente pela passagem de frentes frias que vêm do sul do país. Além disso, podem ser observadas chuvas em forma de pancadas isoladas, que normalmente ocorrem no final da tarde e início da noite, devido ao aquecimento durante o dia;
- N - Abrange a maior parte do semiárido, o principal período chuvoso ocorre entre os meses de fevereiro e maio. Essa região é bastante conhecida, pois é onde ocorrem as maiores secas. O mais importante sistema causador de chuvas;
- L ou Zona da Mata - As chuvas prevalecem de abril a agosto, sendo ocasionadas principalmente pelos contrastes entre a temperatura do mar junto à costa e a temperatura do continente. Os ventos, ao soprares continente adentro, carregam a umidade do oceano que condensa e precipita na faixa litorânea e na região da Zona da Mata.

Oficialmente, o Governo Federal tem uma nova nomenclatura e poligonal para área que concerne o fenômeno climático da seca na região Nordeste, denominada de Região Semiárida, com uma área de 982.563,3 km<sup>2</sup>, estando distribuídas: 127 - PI, 150 - CE, 147 - RN, 170 - PB, 122 - PE, 38 - AL, 29 - SE, 265 - BA e 85 - MG (BRASIL, 2005).

Os municípios devem ser considerados como unidades integrais e indivisíveis para fins de políticas de desenvolvimento econômico da Região Semiárida, ou seja, fica totalmente afastada a hipótese de um município ser parcialmente contemplado na Região Semiárida, de modo que a referida unidade da federação se situa inteiramente dentro ou totalmente fora do Semiárido. Nos casos de criação, desmembramento ou remembramento de municípios, a inclusão ou não na Região Semiárida ficará obrigatoriamente na dependência do resultado da aplicação, pela instituição legalmente encarregada da gestão da política, dos mesmos critérios adotados na delimitação da área como um todo, não existindo, portanto, o argumento de inclusão automática por se tratar de uma área

anteriormente incluída. Esse princípio se justifica pela necessidade de manter-se a coerência técnica e evitar eventuais distorções que venham a privilegiar ou prejudicar algum município e, ainda, desvirtuar os critérios de delimitação geral da região (BRASIL, 2005).

Conforme Jatobá; Bindes (2014), o clima semiárido (BSh), apresenta entre outras, as seguintes características: temperaturas médias anuais elevadas (acima de 25°C), evapotranspiração com potencial superior à precipitação anual, secas periódicas, baixo índice de umidade relativa, fortes taxas de insolação e diversos regimes de chuvas. A região semiárida brasileira tem um baixo índice de chuvas anual, ficando entre 400 e 800 mm. Essas chuvas são irregularmente distribuídas no tempo e no espaço. Há anos chuvosos numa parte do BSh e secos noutras porções. Além disso, existe uma irregularidade temporal muito grande, daí as secas. Alguns subtipos de climas podem ser encontrados no grupo BSh. São: BShs, BShs', BShw e BShw'. Em todas as áreas em que surgem esses subtipos climáticos, a vegetação é xerófila e conhecida como Caatinga. Cujas variedades dependem de condições de climas locais e regionais e dos tipos de solos.

Para Jatobá; Bindes (2014), diversos sistemas atmosféricos atuam sobre o Nordeste brasileiro, são eles os responsáveis diretos pela diversidade de regimes pluviométricos. Sendo assim, uma das regiões que possuem um dos mais complexos quadros climáticos do planeta. Nela agem sistemas atmosféricos equatoriais, tropicais e extratropicais, estando estruturados da seguinte maneira:

- Chuvas de Verão - Carreta-se pela diástole de uma massa de ar continental, que se origina sobre a Amazônia, trata-se da massa Equatorial Continental (mEC), esse sistema provoca pesados aguaceiros convectivos, mas de curta duração, no oeste de Pernambuco, sul do Piauí e oeste da Bahia. Tem-se assim, no grupo climático BSh o subtipo BShw (clima semiárido com verões chuvosos). A EC é um ar quente e nevoento que adquire grande quantidade de umidade que lhe é fornecida pela Floresta Latifoliada Perenifolia Amazônica e pelos fluxos de ar úmido que se formam no Atlântico e penetram no vale do Amazonas. Essa massa tem como região de origem o Alto Solimões;

- Chuvas de Verão Retardadas para o Outono: Esse regime é produzido pelas incursões de um sistema atmosférico de baixas pressões, convectivo que se forma no talvegue das baixas pressões da faixa equatorial, ou seja, pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Ela migra para o sul durante o verão e outono (dezembro a maio), mas de forma descontínua. Acarretam pesados e rápidos aguaceiros convectivos no Sertão dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. A ZCIT, determina o regime de chuva dos climas Aw' e BShw';
- Chuvas de Outono/Inverno - O regime de chuvas de outono-inverno, que se instala, sobretudo na parte oriental do Nordeste, mas também no semiárido, é provocado por um sistema extratropical, a Frente Polar Atlântica (FPA), e as Ondas de Leste. A Frente Polar Atlântica (FPA) provoca pesados aguaceiros frontais na Zona da Mata nordestina, particularmente nos estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba. Contudo, penetra pelos vales fluviais que têm uma direção geral NO/SE e E/O e atinge o semiárido (Agreste pernambucano, sobretudo) e determina o clima BShs';
- A massa de Ar Tépidia Kalahariana (TK) - Não provoca nenhum regime de chuvas, e sim a semiaridez do Nordeste brasileiro. Ao contrário do que ficou "consagrado" em muitos livros didáticos brasileiros, a presença do semiárido no território nordestino não é determinado exclusivamente pelo planalto da Borborema. A Borborema age secundariamente. A causa principal desse clima semiárido (BSh) reside na instalação permanente, sobre a região dessa massa de ar que é estável, de altas pressões e de baixa umidade. A TK forma-se na parte oriental do Anticiclone Semifixo do Atlântico, sobre os desertos do Kalahari e Namíbia, no sudoeste do continente africano. Ela migra seca e estável, portanto, em direção à faixa das baixas pressões equatoriais e se instala sobre o interior do Nordeste. No inverno, ela atinge até a periferia oriental da Amazônia. Na verdade, o domínio das caatingas é uma decorrência da projeção do ar Kalahariano no Brasil.

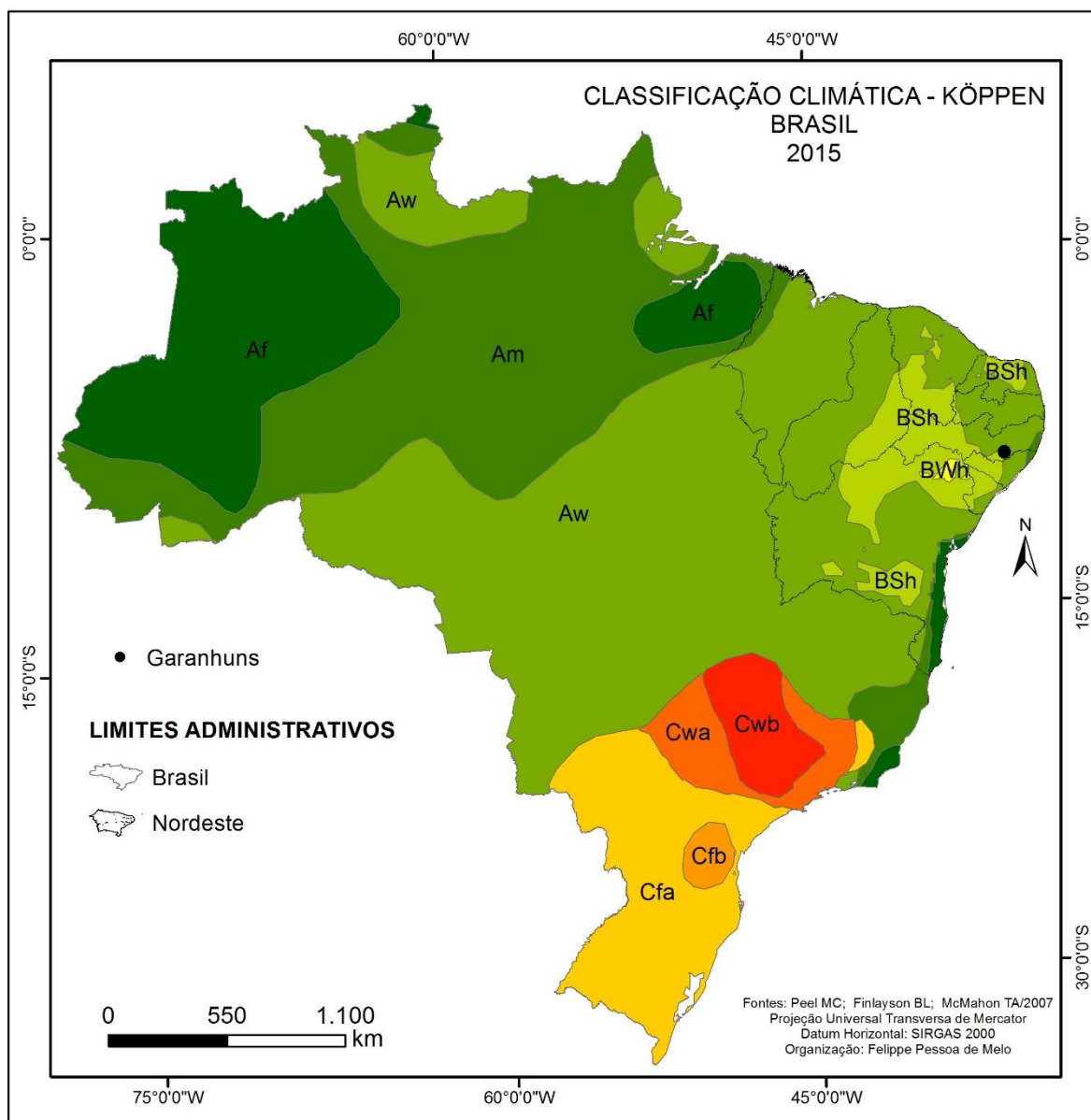


Figura 14 - Sistema climático, conforme a concepção de Köppen.

Trazendo esse cenário para o âmbito da pesquisa, observa-se que apesar do município de Garanhuns ficar situado sob os domínios do clima semiárido, e inclusive inserido oficialmente pelo Governo Federal tanto no antigo Polígono das Secas como na então Região Semiárida, configura-se como uma área de exceção. Apresentando um clima Mesotérmico Tropical de Altitude, aplicando a classificação climática de Köppen, seria designado como Cs'a.

Segundo Andrade (1972 apud Ubirajara, 2001, p.79), por se encontrar localizado na porção mais meridional do Agreste pernambucano, num dos retalhos da superfície somital da Borborema, na vizinhança do rebordo sul do planalto, a menos de -9° de latitude e com uma distância (em linha reta) inferior a 150 km para o Atlântico. Configura-se com uma variedade climática regional no Brasil. Tratando-se de um clima quase mediterrâneo ou Cs'a. Tal vocação é possível porque Garanhuns encontra-se o ano inteiro sob a influência da massa de ar TK, além de receber no inverno as frentes frias que escalam a costa sul/oriental da Borborema. As médias térmicas de julho a agosto mal chegam a 18°C, com precipitação média anual superior a 80 mm.

Conforme a FIAM, (1978 apud Ubirajara, 2001, p.81) a curva de variação anual das temperaturas mínimas apresenta uma média de 16,6°C, com afastamentos máximos de +1°C, o que demonstra existir em todo o transcorrer do ano temperaturas relativamente baixas, cuja ocorrência, se verifica no considerado período fim do dia, acontecendo entre as 16h e 9h do dia seguinte.

A cobertura vegetal, originalmente era composta predominantemente por mata atlântica (barlavento) e caatinga hipoxerófila (sotavento). Esse fenômeno ocorre porque a área em questão encontra-se situada em uma zona de transição entre Agreste e Sertão. Não sendo incomum uma subclassificação dessas vegetações, de forma que, as que estão situadas em ambientes mais úmidos são denominadas de matas serranas (classificação que adiciona a altimetria em suas variáveis) e as de localidades mais secas de capoeiras (arbustivas e subarbustivas). Independente da nomenclatura utilizada para as floras locais, ambas demonstram as interferências dos condicionantes geofísicos, destacando-se: altitude, sistema climático e posicionamento da unidade morfoescultural em relação à circulação atmosférica. Triade essa, que interfere inclusive nos processos de formação dos solos. Estando o município situado nos domínios dos latossolos e neossolos.

Para Santos et al. (2013), os latossolos apresentam evolução muito avançada com a atuação expressiva de processo de latolização, resultando em intemperização intensa dos constituintes minerais primários, e mesmo secundários menos resistentes, e concentração relativa de argilominerais resistentes e/ou óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, com inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintitização. Já os neossolos estão em formação, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos, ou por características inerentes ao material originário.

A intensificação da urbanização desencadeou a remoção da vegetação para fixação de novas áreas residenciais. Adicionando a esse fenômeno socioespacial, a prática de agricultura de subsistência nas encostas dos vales (Figura 15), por habitantes ou descendentes das ações de reordenamento do campo, com ênfase para política de erradicação do café (IBC - 1965). Materializa-se um cenário propício a atuação mais expressiva de processos erosivos, devido à ampliação da força de arrasto dos corpos d'água, em especial nos períodos mais chuvosos. Não sendo incomum encontrar ao longo da paisagem sinais desse fenômeno (Figura 16).



Figura 15 - Práticas agrícolas nas encostas do vale da Liberdade.  
(Coordenadas geográficas da base central da figura - S 8° 53' 16", O 36° 28' 36")  
Fonte: Trabalho de campo - 06/12/2011.





Figura 16 - Solo exposto com a presença de sulcos.  
(Coordenadas geográficas da base central da figura - S 8° 53' 13", O 36° 27' 34")  
Fonte: Trabalho de campo - 06/12/2011.

Os processos erosivos acelerados causam prejuízos ao meio ambiente e à sociedade tanto no local (*onsite*) onde os processos ocorrem como em áreas próximas ou afastadas (*offsite*). Os efeitos *onsite* (terminologia amplamente na literatura nacional e internacional) incluem uma diminuição da fertilidade dos solos, afetando o crescimento das plantas, bem como uma diminuição da capacidade de retenção de água nos solos. (LAL, 1998 apud RODRIGUES, 2014, p.40)

Conforme Rodrigues (2014), esses efeitos também incluem a perda de solo, onde se formam as ravinas e voçorocas, bem como as cicatrizes dos movimentos de massas, nesse caso, predominantemente em áreas urbanas. Os efeitos *offsite* devem-se aos escorregamentos dos corpos d'água e sedimentos, causando danos em áreas agrícolas afastadas ou contíguas de onde a erosão e os movimentos de massas estejam sendo desencadeados, mudanças negativas no meio ambiente, bem como danos relacionados a enchentes, assoreamento de rios, lagos e reservatórios, contaminação de corpos líquidos, entre outros fenômenos.



## CAPÍTULO 4: ESPAÇO GEOGRÁFICO E ORDENAMENTO TERRITORIAL

### 4.1 Crescimento Urbano Desordenado

A referência temporal inicial, para a análise e interpretação dos processos de uso e ocupação do solo e suas consequências geoambientais, foi o ano de 1982. A escolha desta data, ocorreu porque foi a informação matricial mais antiga disponível, a qual estava disponível no formato de ortofoto com resolução espacial compatível com as necessidades teóricas, metodológicas e instrumentais, necessárias para o transcorrer do presente trabalho.

A área em questão possui características fisiográficas singulares para região Nordeste, dentre elas a geomorfologia e o clima atuam de maneira mais efetiva nas ações antropogênicas. Portanto faz-se necessária uma breve explanação dessas peculiaridades fisiográficas para ressituar o leitor, já que elas foram explanadas no Capítulo III do presente trabalho.

Dentre as feições geomorfológicas destacam-se: o relevo ondulado em forma de colinas, com 850 m de média altimétrica, podendo chegar a 1.030 m de altitude, como no caso da superfície de cimeira do Morro do Magano; vertentes agudas no perímetro urbano, as quais vão se suavizando à medida que se afastam dessa área; depressões relativas que transcendem os limites urbanos, no caso das situadas entre perímetro urbano, são comumente confundidas com voçorocas, podendo-se citar como exemplo o vale da comunidade da Liberdade, já as suas continuidades que estão situadas fora da área antropizada são chamadas de planícies (característica essa de fácil percepção na porção do sítio urbano), o que não passa de um equívoco teórico/conceitual, pois essas extensões aplainadas ou com baixas amplitudes topográficas são patamares de sedimentação do planalto da Borborema (Figura 17).

CPRM (2005), o relevo de Garanhuns faz parte da unidade das superfícies retrabalhadas que é formada por áreas que têm sofrido retrabalhamento intenso, com relevo bastante dissecado e vales profundos.

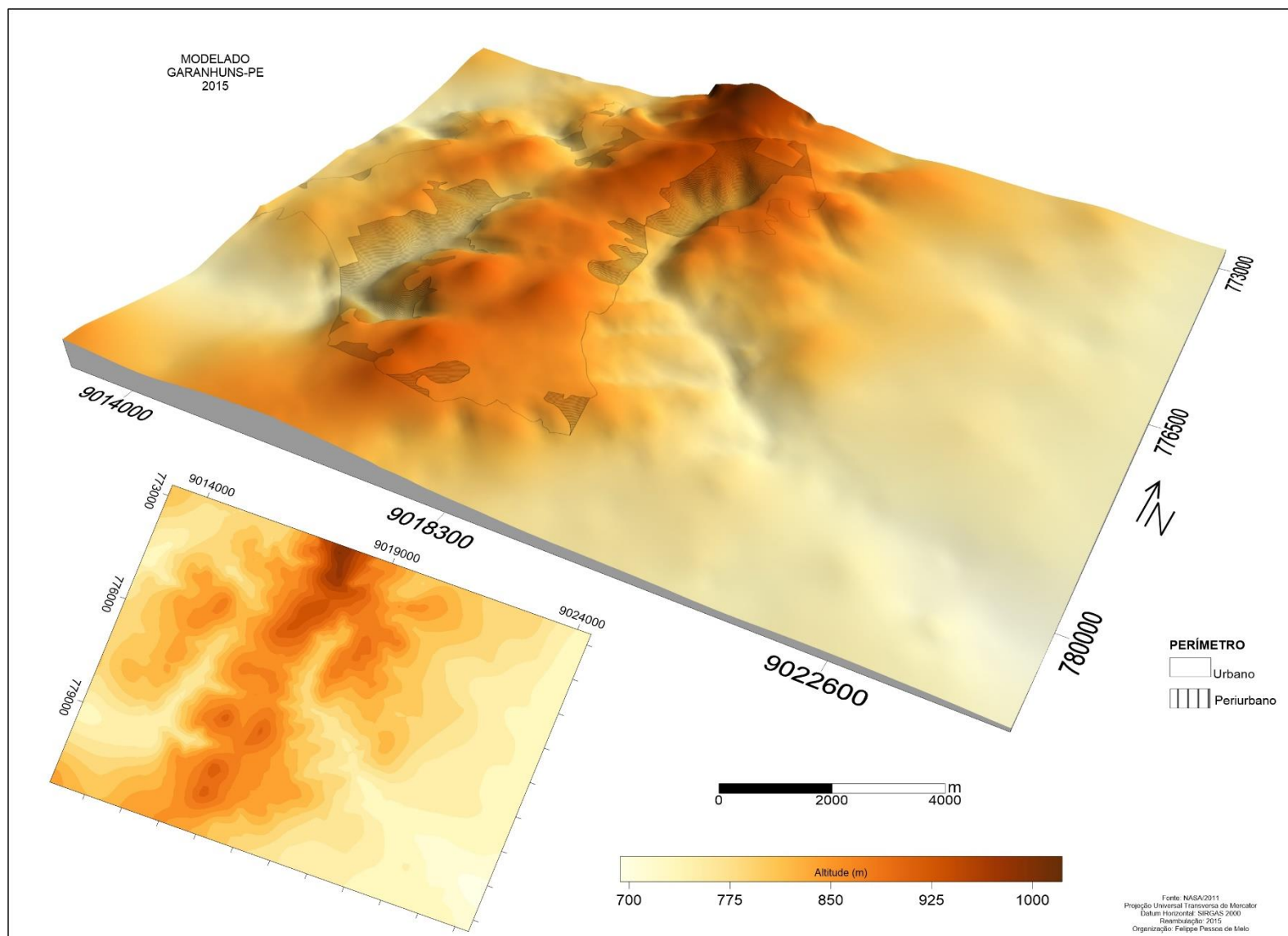


Figura 17 - 3D do modelado do sítio urbano.

Em relação ao sistema climático, o município também tem um perfil atípico, estando sob a influência do clima mesotérmico tropical de altitude, com elevados índices pluviométricos e temperaturas amenas. Conforme o INMET (2013), possui uma média anual superior a 80 mm, com ênfase para o mês de julho, média pluviométrica superior a 155 mm. Apresenta temperaturas médias amenas durante o transcorrer do ano, 21,6°C, se destacando o quadrimestre junho/setembro, apresentando média de 19,6°C.

Sob o cenário físico supracitado, ocorreu o processo de assentamento e expansão da área urbana. A priori, a população concentrou seus assentamentos nas porções do relevo com declividades mais suaves e nas estruturas aplainadas, com exceção dos fundos de vales. Mas, a partir de 1965 essa conjuntura socioespacial, passa por uma fugaz reestruturação (conforme Capítulo III).

Devido à implantação da política de erradicação do café implantada pelo IBC, nas áreas consideradas com baixa produtividade, o novo modelo de produção do espaço agrário priorizava a redução das áreas destinadas às lavouras em detrimento da pecuária extensiva (Tabela 03), ao passo que a população municipal aumentava (Gráfico 01), visto que essa nova atividade não necessitava de grandes contingentes populacionais, antítese ao modelo anterior. Tendo como consequência o êxodo rural, entretanto, diferente dos anteriores em que eram causados pela seca, e ao término da mesma o fluxo era reverso, sendo que agora era de caráter permanente. Desprovidos de renda para aquisição de lotes em áreas apropriadas para moradia, fixaram suas moradias nas encostas dos vales.

Anos	Área - ha				
	Propriedades	Exploradas	Lavouras	Pastagens	Vegetação
1940	98.605	60.920	34.856	15.400	10.664
1950	100.445	72.718	38.675	23.391	10.652
1960	113.965	86.833	48.478	27.783	10.572
1970	113.590	93.892	38.318	47.767	7.807
1975	107.547	89.491	32.845	53.084	3.562

Tabela 03 - Dinâmica da paisagem.  
Fonte: SALES; TEREZA (1982 apud UBIRAJARA, 2001, p.131).

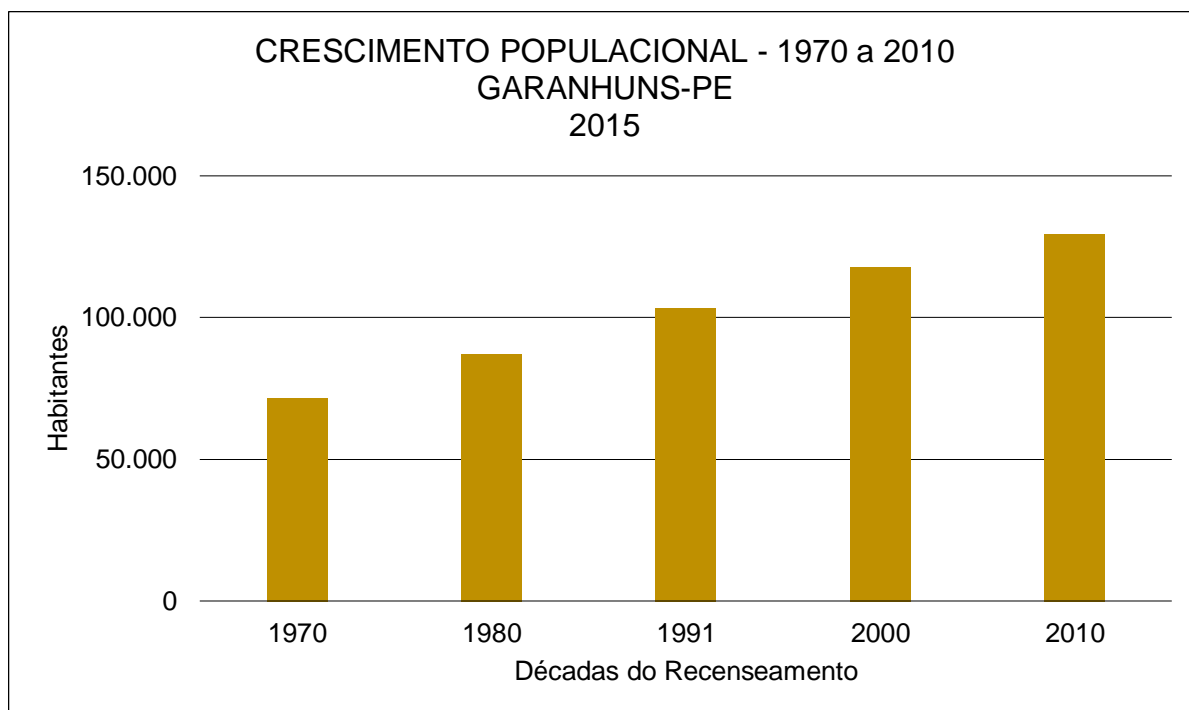


Gráfico 01 - Dinâmica populacional.  
Fonte: IBGE, 2014.

Assim o espaço urbano passa a ser ocupado de forma distinta por dois grupos sociais, um assentado e estabelecido de forma paulatina, com a finalidade principal de fixação residencial; e um segundo que além dessa característica, utilizavam os recôncavos das moradias para atividades agrícolas de subsistência. Para o desenvolvimento dessa atividade foi removida a cobertura vegetal original, aumentando a susceptibilidade natural da área, aos agentes erosivos. No caso do descarte dos resíduos residenciais, ambos os grupos sociais realizavam essa atividade nas encostas.

O processo de urbanização brasileira, caracterizado pela apropriação do mercado imobiliário das melhores áreas das cidades e pela ausência, quase completa, de áreas urbanizadas destinadas à moradia popular, levou a população de baixa renda a buscar alternativas de moradia, ocupando as áreas vazias, desprezadas pelo mercado imobiliário, nesse caso áreas ambientalmente frágeis, como margens de rios, mangues e encostas íngremes. A precariedade da ocupação (aterros instáveis, taludes de corte em encostas íngremes, palafitas, ausência de redes de abastecimento de água e coleta de esgoto) aumenta a vulnerabilidade das áreas já naturalmente frágeis. (GUERRA et al., 2011, p.119)

A priori, esse fenômeno socioespacial foi visto como um efeito secundário do processo de modernização do campo. De forma que não chamou atenção do ponto de vista geoambiental, passando quase despercebido até o início da década de 1980. Nesse momento as áreas mais susceptíveis a ocupação urbana ficam cada vez mais escassas, sendo assim começa a consolidar-se uma expansão da poligonal urbana no sentido das encostas, que, a priori, eram ocupadas por populações de baixa renda.

Em 1982 o perímetro urbano tinha uma área de 9,1 km<sup>2</sup>, alongando-se no sentido latitudinal (Figura 18); dos quais 0,37 km<sup>2</sup>, localizados a SSO, constituindo uma poligonal fechada, ligada ao sítio urbano primário por segmentos vicinais. Ao norte, a porção urbana que transcendia a BR 423 era modesta, devido sua distância do centro comercial, 0,97 km em linha reta, tomando como base o transepto latitudinal: Sede da Prefeitura Municipal (-8° 53' 45" / -36° 29' 36") e a BR 423 (-8° 52' 47" / 36° 29' 36"). A leste, a mancha urbana já se estendia até os limites municipais. Ao passo que se afastava do centroide comercial, diminuía-se a concentração residencial, mas com a presença de lotes/imobiliários bem definidos. Ao sul, destaca-se alongamento urbano no sentido das encostas, visto que, o setor comercial desenvolveu-se nas proximidades de vales, com encostas abruptas. A oeste, a mancha urbana estende-se margeando as superfícies de cimeiras e os limites dos vales.

Essa configuração geoespacial por si só já materializa um cenário propício a riscos geoambientais, adicionando a esse contexto um modelo inadequado de descarte dos resíduos residenciais, o risco foi dinamizado. As encostas dos vales eram utilizadas como lixões públicos municipais oficiais e local de descartes dos esgotos (sem tratamento). No primeiro caso, sobressaem os lixões situados na intersecção das ruas Cônego Benigno Lira e Olavo Bilac e o da comunidade da Liberdade, chamado pelos habitantes locais de Buracão da Raposa. À medida que os resíduos residenciais eram despejados nas vertentes, formava-se uma base de dejetos compactada, a qual com o transcorrer do tempo alcançava o nível de base das casas, em seguida eram recobertas com restos de materiais oriundos da construção civil, e novamente compactada, utilizando água e instrumentos artesanais para apiloamento por soque, posteriormente essa nova área servia para expansão das residências preexistentes ou construção de novas moradias.

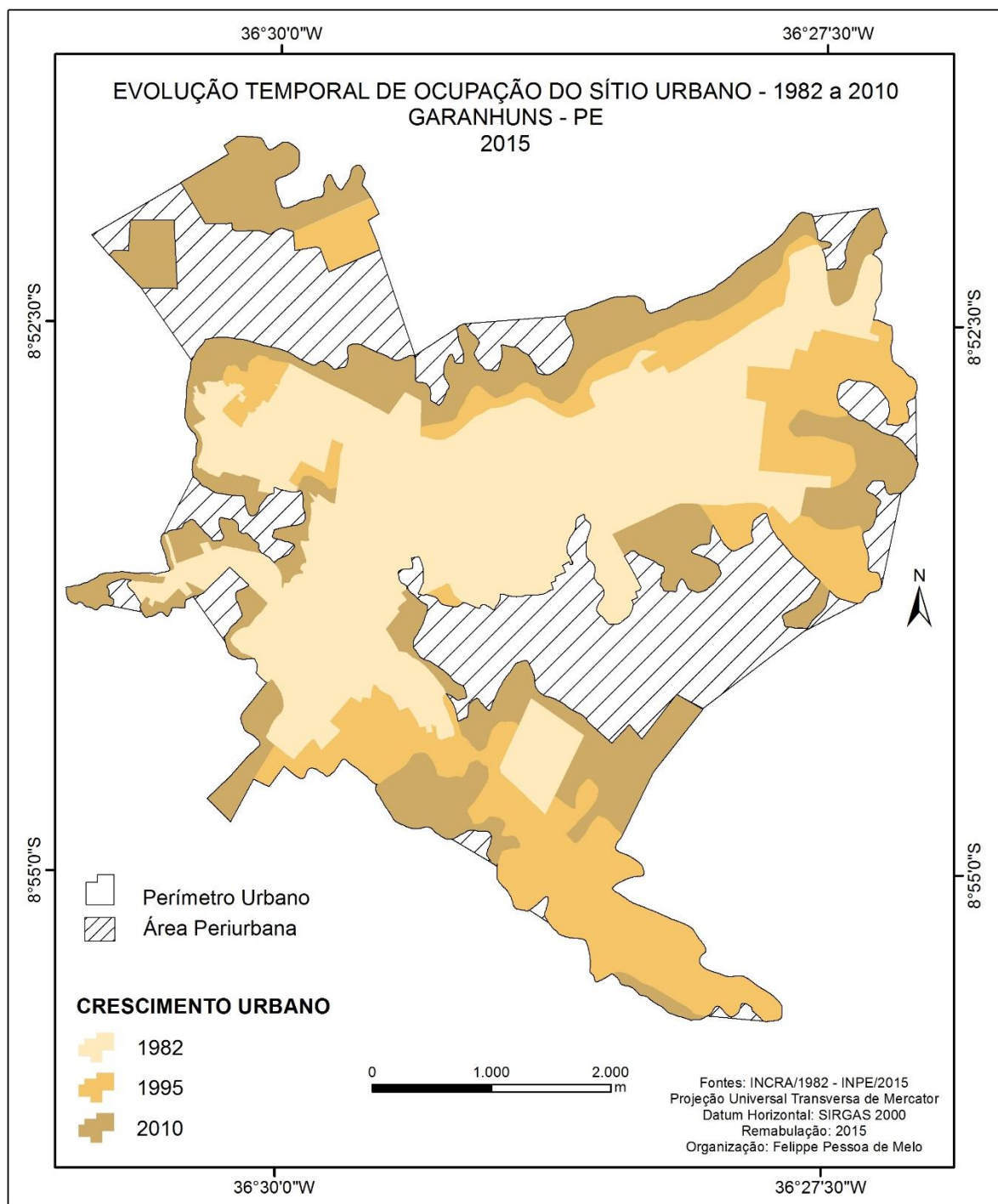


Figura 18 - Evolução temporal de ocupação do sítio urbano de 1982 a 2010.

No segundo caso, os fluxos hídricos residenciais e provenientes das chuvas foram direcionados para as vertentes dos vales, tendo em vista que eles proporcionavam um fácil descarte, de baixo custo. Não levando em consideração que as encostas ficariam permanentemente saturadas, aumentando sua susceptibilidade natural a movimentos de massas (deslizamentos e desmoronamentos), situação essa que se agrava nos períodos de chuvas mais concentradas. Nesse caso os corpos d'águas atuam de duas formas distintas, porém associadas, sendo elas os intemperismos: químico, com liquefação/dissolução dos solos; e do físico, deslocamento de material das encostas e dos fundos dos vales, através da força de arrasto das águas, que no caso em questão são ampliadas, devido às grandes amplitudes topográficas, média de 850 m.

Para Christofolletti (2011), os processos morfogenéticos constituem fenômenos na escala métrica ou decamétrica, e seus estudos geram informações de ordem teórica e prática. No âmbito teórico, explica a evolução das vertentes e a esculturação do relevo, e no campo prático, fornecem dados a propósito da melhor aplicabilidade das técnicas de conservação dos solos. Considerando os processos de forma isolada, podem-se distinguir as seguintes categorias na morfogênese do modelado terrestre (principais):

- Meteorização ou Intemperismo - É responsável pela produção de detritos a serem erodidos, constituindo etapa na formação do regolito; representa pré-requisito necessário para movimentação dos fragmentos rochosos ao longo das vertentes; pode-se distinguir entre a meteorização química e bioquímica, responsável pela decomposição das rochas, e a meteorização física com a função de fragmentação;
- Movimentos do Regolito - Corresponde a toda ação gravitacional que promove o deslocamento de partículas ou partes do regolito pela encosta abaixo, sendo eles:
  - Rastejamento, Creep ou Reptação - Deslocamento das partículas, promovendo movimentação lenta e imperceptível dos vários horizontes do solo;

- Solifluxão - Movimentos coletivos do regolito quando este se encontra saturado de água, deslocando-se desde alguns centímetros a decímetros por hora ou dia;
- Fluxos de Lamas - São similares a solifluxão, a diferença é que são mais rápidos e atingem áreas maiores;
- Avalancha - É o fluxo coletivo do regolito mais rápido que se conhece, movimentando enormes volumes de materiais;
- Deslizamentos - São deslocamentos de uma massa de regolito sobre um embasamento ordinariamente saturado de água;
- Desmoronamentos - Movimento rápido de um bloco de terra, quando o solapamento criou um vazio na parte inferior da vertente.
- Processo Morfogenético Pluvial - É um dos mais importantes na esculturação das vertentes, podendo-se distinguir entre a ação mecânica das gotas de chuvas e o escoamento pluvial. O primeiro promove o arrancamento e deslocamento das partículas terrosas. E o segundo afeta as partículas deslocadas pelo impacto direto das gotas de chuvas e as erodidas diretamente pelo escoamento, através do solapamento das margens. A velocidade das águas e a rugosidade da superfície ocasionam o turbilhonamento, colocando em suspensão as partículas mais finas;
- Ação Biológica - Ocorre através das interações entre os seres vivos (plantas e animais) e o modelado das vertentes (Observação: o referido autor não mencionou a ação antrópica.).

Dos processos supracitados é de fácil percepção, nos recôncavos do sítio urbano, o intemperismo e os movimentos do regolito - deslizamentos. Os demais fenômenos intempéricos não foram possíveis de serem analisados ou identificados (caso existissem) devido à carência de dados vetoriais ou matriciais, que possibilitassem análises mais detalhadas. Pois, a ortofoto utilizada tem a escala de 1:5000. Incluindo/complementando a presente classificação, a ação antrópica, o quadro se amplia (Tabela 04). Subsidiando as análises, no que diz respeito aos fenômenos intempéricos relacionados com os processos de uso e ocupação do solo.



Elementos para Análise	Fenômenos Intempéricos			
	Deslizamentos	Antrópicos		
		Solo Exposto	Loteamentos	Atividades Agrárias
Nível de Cinza	Variável			
Textura	Rugosa	Rugosa/Lisa	Lisa	Rugosa
Tamanho	Variável			
Forma	Irregular	Regular/Irregular		Irregular
Sombra	-----			
Altura	-----			
Padrão	Irregular	Retilíneo/Irregular		
Localização	Encostas	Perímetro		Vales/Fundos/Vertentes

Tabela 04 - Dinâmica da paisagem, processos intempéricos.  
Fontes: FLORENZANO, 2011; CHRISTOFOLETTI, 2011. (Adaptada)

Perpassados 13 anos do intervalo temporal que serviu de marco para o presente trabalho, ou seja, em 1995, a urbanização apresenta-se de forma mais intensiva; ocorrendo a maximização do adensamento residencial no perímetro urbano, redução de lotes/terrenos vazios; expansão de 5,6 km<sup>2</sup> dos seus domínios (Figura 18). A imagem via satélite utilizada para análise/interpretação do uso do solo no referido ano, apresenta uma grande perda de resolução espacial (pixel de 30 m), o que impossibilita contextualizar fenômenos geoespaciais que ocorram em escala menor que 30 m, contudo, o processo de interpretação das imagens segue os rigores científicos, exigidos para tais análises (Tabela 05).

Ao norte, expande-se 1,14 km<sup>2</sup> o que representa 20,35% do assentamento urbano, sendo 0,66 km<sup>2</sup> nas vertentes do vale localizado ao norte da BR 423; 2,44 km<sup>2</sup>, 0,24 a oeste da BR 424 e 2,44 km<sup>2</sup> no bairro do Magano, de forma que 0,17 km<sup>2</sup> a NO e 0,07 a SE. A oeste, amplia-se 1,48 km<sup>2</sup>, dos quais 0,51 km<sup>2</sup> estão situados nas imediações do vale a oeste da rua Araci de Almeida - bairro Severiano Moraes Filho. A porção sul é a que apresenta os maiores índices, 2,97 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 53,03%.

Sendo assim o assentamento urbano de 1982 - 1995, cresce 61,53%, aumentando ainda mais a descarga de resíduos residenciais nas vertentes dos vales, comprometendo ainda mais a estabilidades das encostas.

Elementos para Análise	Uso e Ocupação do Solo		
	Perímetro Urbano	Encostas	Fundo de Vale
Cor	Rosa/Cinza	Rosa/Cinza/Verde	Rosa/Verde
Textura	Rugosa	Lisa/Rugosa	
Tamanho	Variável	Variável	
Forma	Irregular/Regular	Côncava/Convexa/Retilínea	Irregular
Sombra	-----		
Altura	-----	Variada	
Padrão	Irregular/Regular	Irregular	
Localização	NE - Município	Entre as Estruturas Mamelonizadas	

Tabela 05 - Uso e ocupação do solo.  
Fontes: FLORENZANO, 2011; CHRISTOFOLETTI, 2011. (Adaptada)

Conforme Guerra et al. (2011), os problemas relacionados a instabilidade das encostas afetam muitas cidades brasileiras e causam enormes preocupações entre os membros do poder público e a própria população, uma vez que além de prejuízos materiais, pode haver perda de vidas humanas. Cenário esse que está se materializando até o presente momento, demonstrando que o fenômeno urbanístico chegou de forma latente até as vertentes, é já aponta indícios de que a ocupação residencial irá transpor as encostas até os fundos dos vales. O crescimento urbano de Garanhuns, desde seus primórdios, se deu de forma desordenada.

Uma vez desencadeado esse modelo de uso e ocupação do solo, torna-se difícil/complexo contê-lo, uma vez que uma ordenação urbana implica em ônus para os cofres públicos e morosos impasses judiciais (para desapropriações). Que no caso da área em questão é ainda mais complexo, pois o município possui peculiaridades topográficas e climáticas, conforme foi explicitado anteriormente que limita as áreas de ocupação antrópica. Partindo do viés de que não existem intensões/políticas públicas municipais que almejem e possam arcar com a reestruturação do cenário urbanístico do município, deve-se pensar de imediato em

pelo menos conter os avanços urbanísticos nas encostas, evitar futuras ocupações nos fundos dos vales, e estruturar seus sistemas de descartes de resíduos.

Para as análises do intervalo temporal de 1995 a 2010 seguiu-se o mesmo padrão técnico/operacional da escala de tempo anterior. Com base nas análises verificou-se que o perímetro urbano se ampliou 6,13 km<sup>2</sup>, ou seja, 41,70%. A porção ao norte da BR 424 maximiza-se 2,48 km<sup>2</sup>; sendo 1,55 km<sup>2</sup> as suas margens; 0,92 km<sup>2</sup> nos transversos da BR 423 (0,68 km<sup>2</sup> a leste e 0,24 a oeste). Ao leste, teve um incremento de 0,71 km<sup>2</sup>, ocorrendo o primeiro contato contínuo do sítio urbano nos limites municipais. Ao sul, aumentou 2,35 km<sup>2</sup>, tendo como característica principal a formação de extensões urbanas contínuas.

A porção oeste apresenta um ritmo de crescimento mais modesto (0,58 km<sup>2</sup>), devido a topografia local (900 m - média) e por já estar densamente ocupado, o ritmo de crescimento das áreas urbanas de 1982 a 2010 foi muito elevado (Gráfico 02), além disso segue os padrões de uso e ocupação mencionados anteriormente, contexto esse que agrava ainda mais a problemática geoambiental.

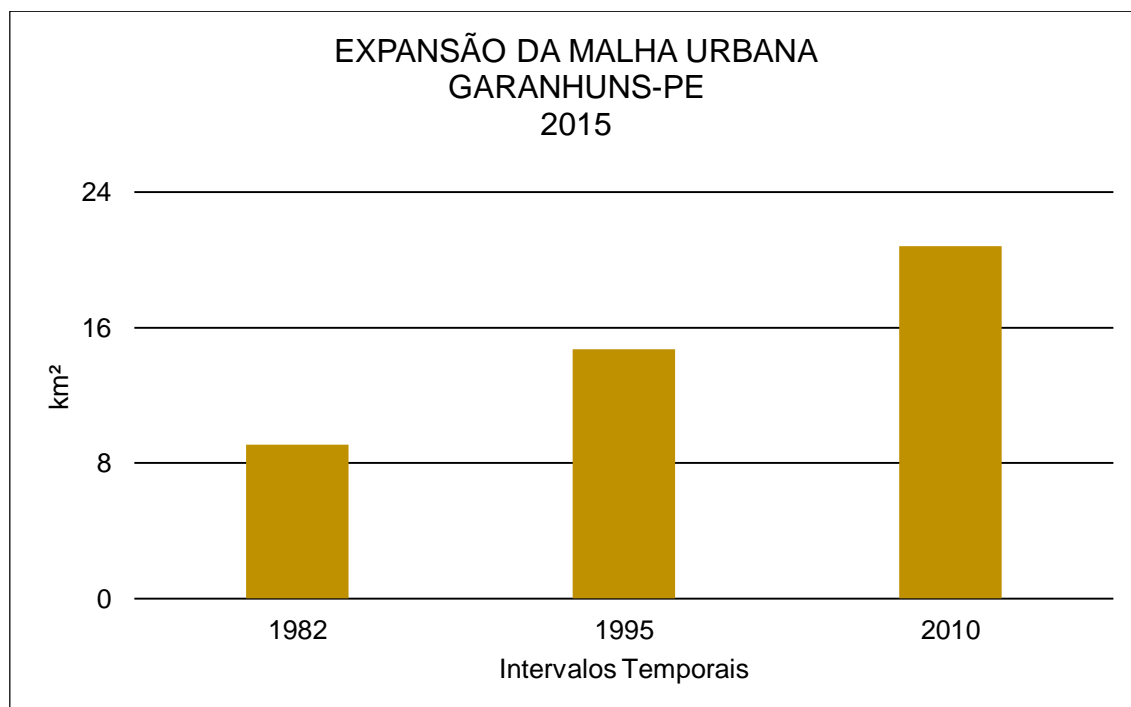


Gráfico 02 - Dinâmica do crescimento urbano de 1982 a 2010.  
Fontes: INCRA, 1982; INPE, 2015.

Tomando a modelagem e a geoestatística como subsídio, e utilizando os parâmetros: topografia e médias de crescimento do sítio urbano (1982 - 2010), foi

possível reconstituir cenários de padrões de ocupação da paisagem de 1982 a 2010 (Figuras 19 a 21), e simular/estimar até 2028 (Figuras 22 e 23) possíveis ambientes urbanos. Estimar ambientes além dessa data seria inviável, devido à maximização da margem de erro, o mesmo ocorrendo para datas anteriores a 1982. Visto que, os parâmetros usados estão tomando como referência temporal 28 anos.

Deve-se enfatizar que os referidos resultados são estimativas de uma possível conjuntura, e levando em consideração que a dinâmica de uso e ocupação do solo mantenha as mesmas características. Caso o município passe a executar uma política de ordenamento territorial que leve em consideração as especificidades geoambientais (limitações e potenciais), indicativo desse que pode ser observado na legislação municipal em vigor. O uso do termo observado faz uma menção ao fato de que a referida legislação municipal não consegue ser implantada de fato, principalmente devido a duas questões cruciais. A primeira, refere-se à falta de infraestrutura (técnica, operacional e judicial) por parte dos órgãos municipais que deveriam fazer essa fiscalização. E a segunda, as pressões feitas pelo mercado imobiliário frente aos órgãos municipais.

Em virtude da conjuntura supracitada materializa-se um cenário de risco geoambiental no município com ênfase para o perímetro urbano e adjacências, com prognósticos que indicam linearidade no que concerne a maximização da poligonal urbana e degradação dos solos. É claro e evidente que nos ambientes onde o homem está assentado ou sofrem suas influências diretas ou indiretas, existiram impactos. Entretanto isso não significa dizer que não é possível uma coexistência harmoniosa entre ambos. Outra questão importante a ser mencionada é sobre a própria paisagem se encontrar em constante processo de transformação, a partir dos mais distintos agentes. O que não justifica nem tão pouco valida a degradação ambiental como um fenômeno inevitável, pelo contrário, só reforça a necessidade de mais pesquisas sobre essas intrínsecas relações para que se possa cada vez mais tomar decisões menos nocivas/impactantes ao meio e consequentemente a sociedade. Nesse contexto a modelagem configura-se como um excelente subsídio.

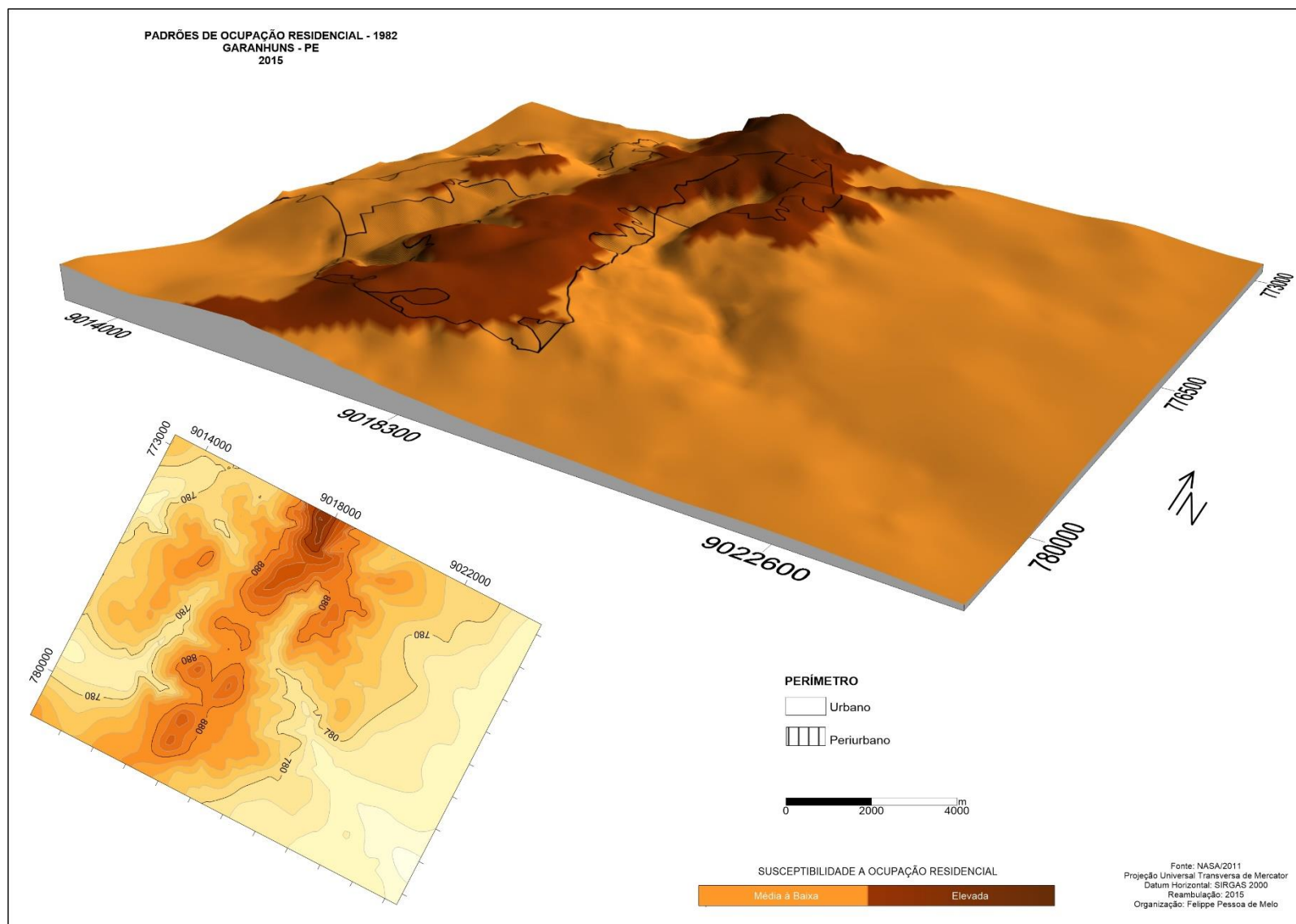


Figura 19 - Susceptibilidade a ocupação urbana em 1982.

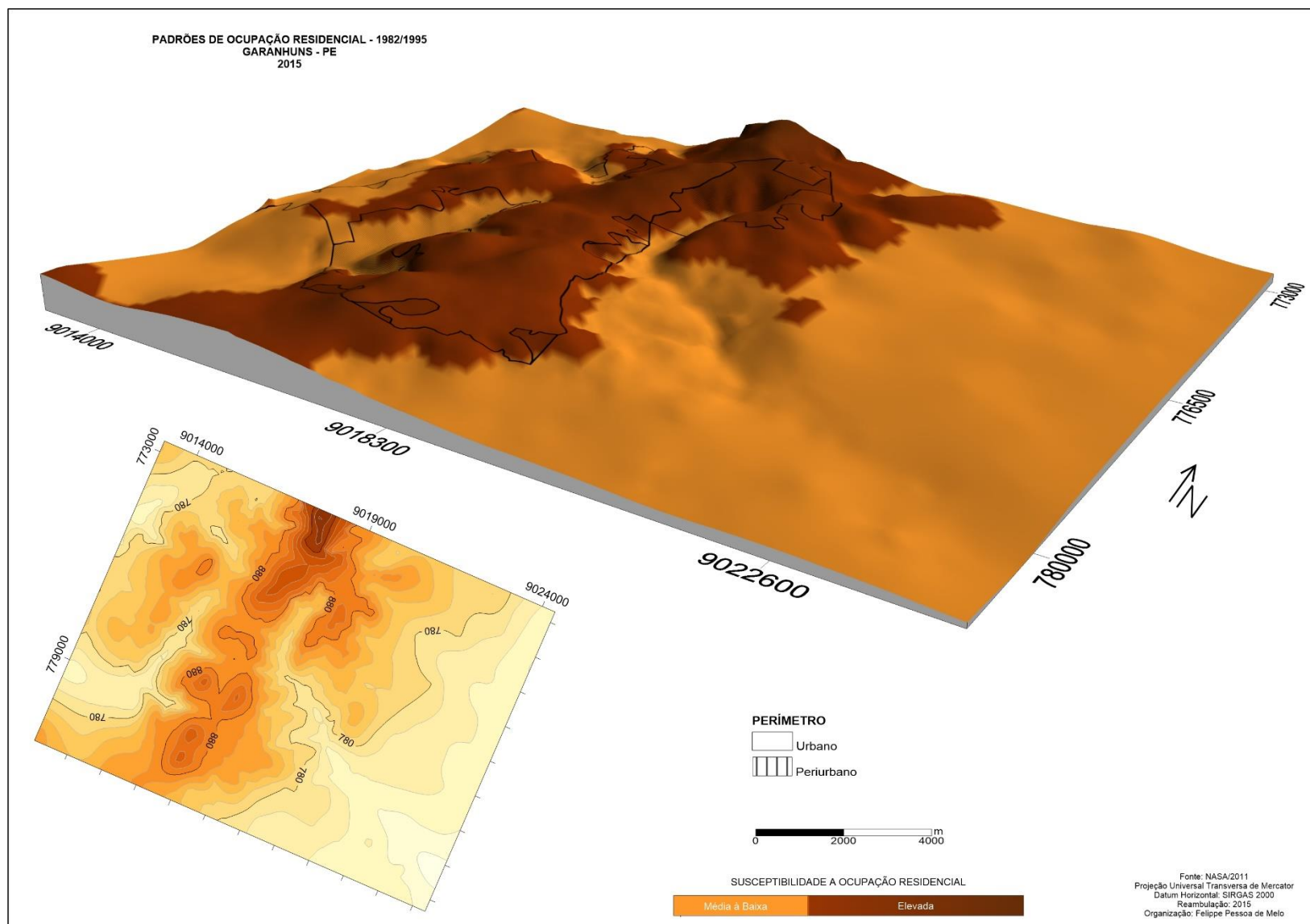


Figura 20 - Susceptibilidade a ocupação urbana em 1995.

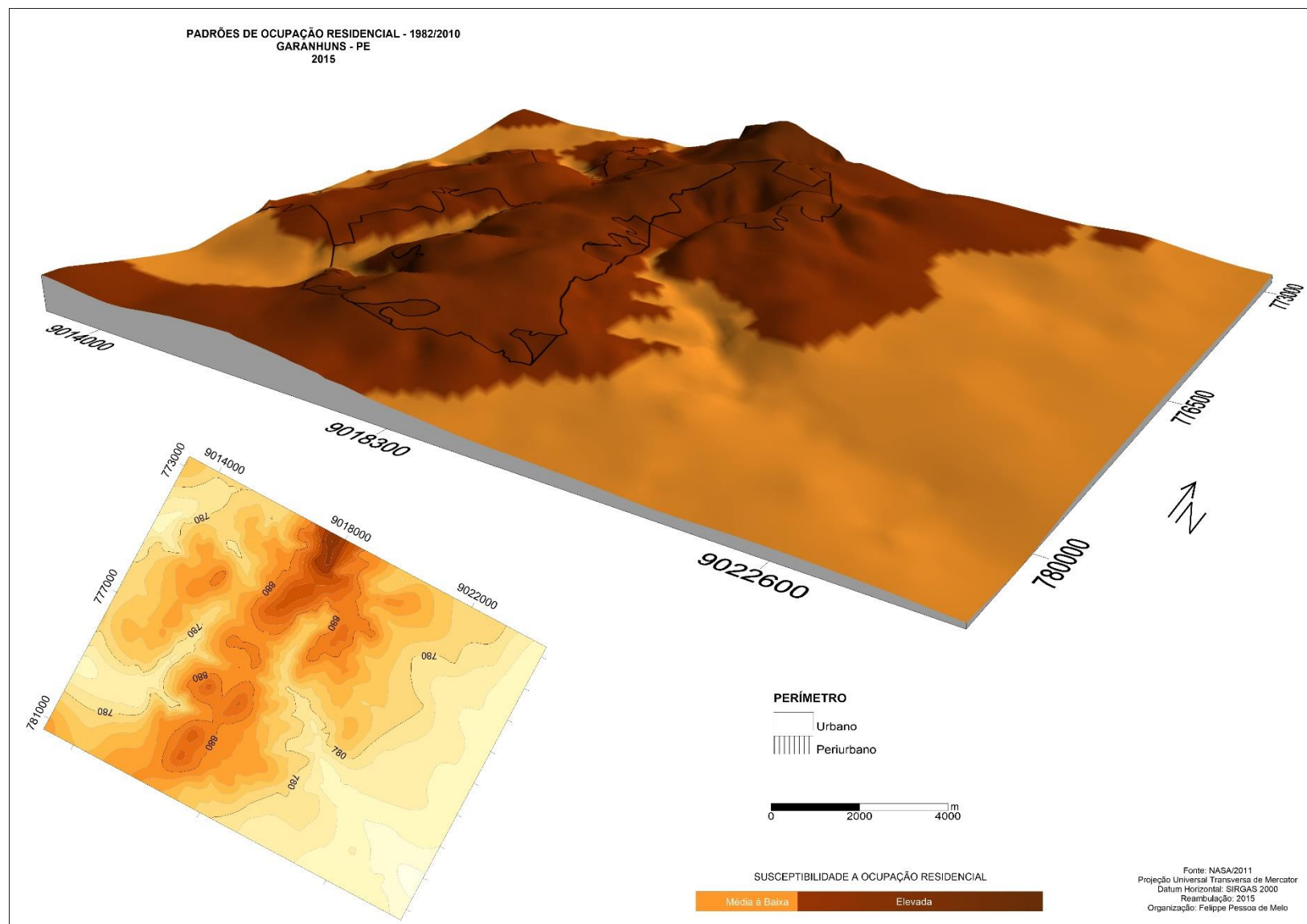


Figura 21 - Susceptibilidade a ocupação urbana em 2010.



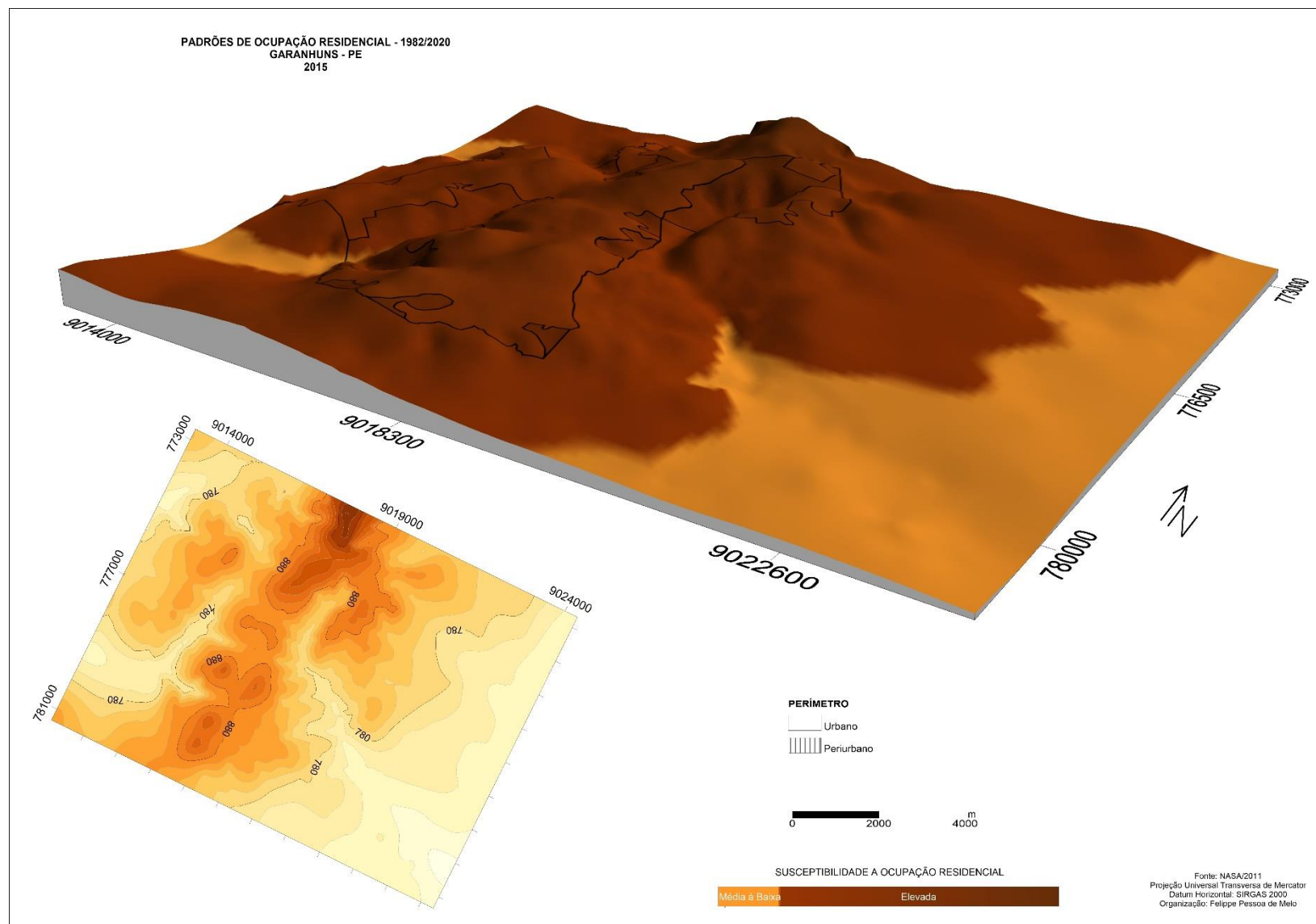


Figura 22 - Susceptibilidade a ocupação urbana em 2020.



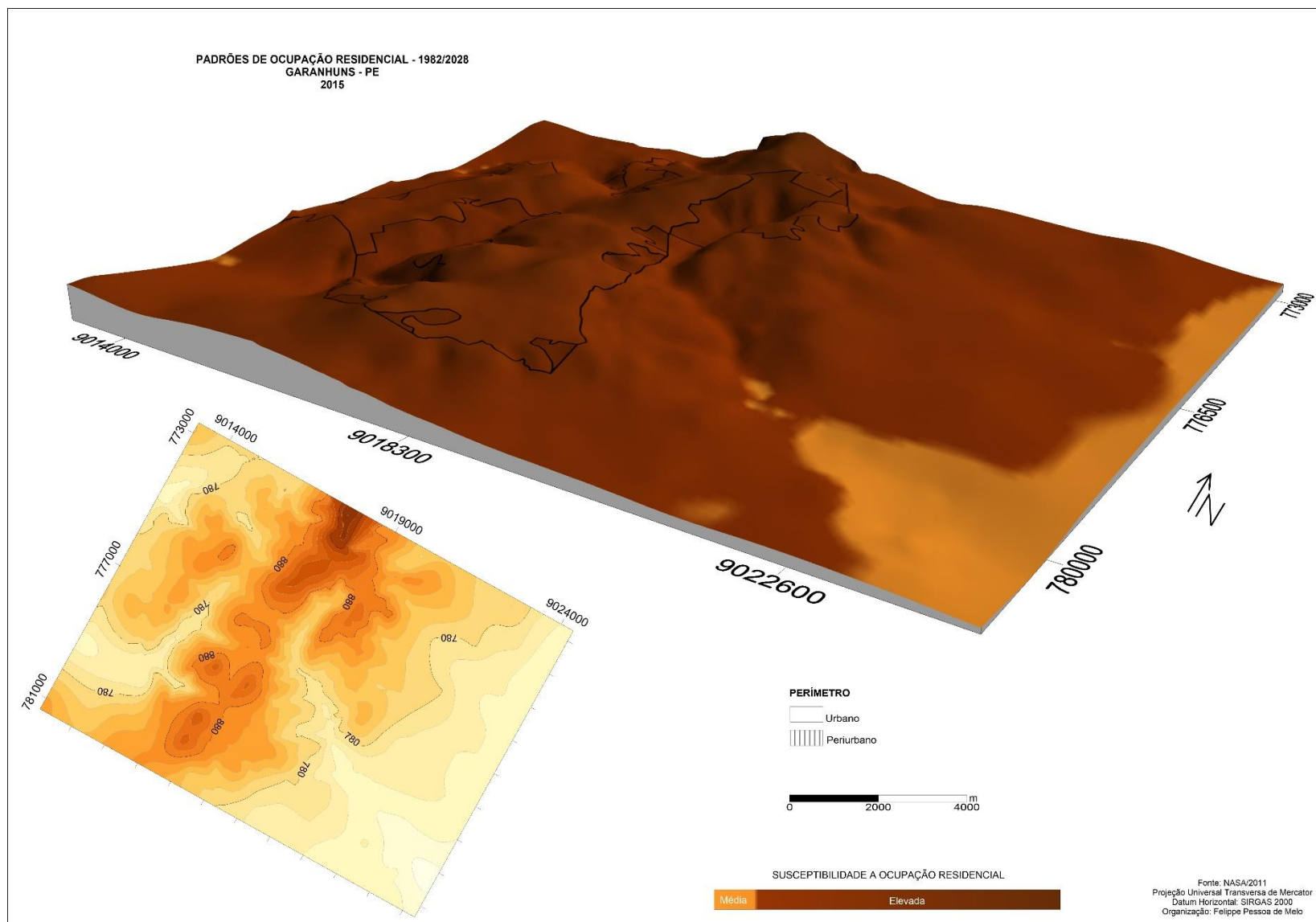


Figura 23 - Susceptibilidade a ocupação urbana em 2028.

Os modelos sobre mudanças e dinâmica evolutiva dos sistemas ambientais procuram caracterizar as alterações ocorrentes em virtude das transformações observadas ou simuladas nas características dos fatores condicionantes e as relacionadas com atividades antrópicas. Os modelos observam as implicações focalizando os processos e a estrutura dos sistemas, delineando a interpretação evolutiva em função dos dados coletados sobre os eventos passados e também a previsão da evolução futura em face de prováveis alterações no comportamento das variáveis responsáveis pelos *inputs*. Para que se possam avaliar as possibilidades e intensidades das mudanças há necessidade de se conhecer a estabilidade do sistema, cujos processos de reajustagem interna baseiam-se em circuitos de retroalimentação. Esse procedimento torna-se útil para discernir as oscilações inerentes aos processos de absorção, fazendo com que as alterações ocasionadas pela variabilidade nos *inputs* sejam integradas na manutenção do estado de estabilidade, daquelas modificações que levam à instabilidade e às mudanças no estado do sistema. Por essa razão, muitos modelos focalizam as relações entre os fluxos e os circuitos de retroalimentação para se compreender o funcionamento do estado estável. (CHRISTOFOFETTI, 2011, p.113)

Alicerçado no viés teórico/metodológico acima descrito, o presente trabalho considerou como sistema estável, os arcos em nó que tinham como limite as áreas urbanas que não usavam as encostas dos vales como zona de expansão ou locais de amortecimento para os dejetos residenciais. Com base nessas variáveis, mais o adendo que o marco temporal começa em 1982, todo o perímetro urbano e seus recôncavos foram considerados áreas instáveis.

Isso ocorreu por que a partir dessa década o fenômeno socioespacial de urbanização no sentido das encostas fica latente/evidenciado, mas o fato de que as vertentes dos vales também são utilizadas para descarga de dejetos residenciais, mantendo-as permanentemente encharcadas. No atual estágio que esse fenômeno geoespacial encontra-se, conforme foi demonstrado acima, observa-se uma tendência de ocupação das encostas continua forte; no caso das que possuem ângulos agudos, elas são comumente usadas para zona de expansão residencial até seus limites topográficos (Figura 24), e as porções que transcendem essa situação são usadas para descarregar os resíduos residenciais; já as que possuem declividades mais amenas, apresentam maior tendência à intensificação dos assentamentos residenciais (Figura 25), ao passo que eles vão se configurando, o fluxo hídrico e os resíduos sólidos são descartados mais para o fundo dos vales.



Figura 24 - Crescimento urbano no sentido das encostas.  
(Coordenadas geográficas do centro da figura - S 8° 53' 16", O 36° 28' 41")  
Fonte: Trabalho de campo - 06/12/2011.



Figura 25 - Crescimento urbano em vertentes mais suaves.  
(Coordenadas geográficas do ponto mais elevado - S 8° 53' 17", O 36° 28' 16")  
Fonte: Trabalho de campo - 06/12/2011.



Os padrões encontrados em campo (Figuras 24 e 25) validam os modelos desenvolvidos em gabinete. Os quais demonstram as tendências/padrões de ocupação espacial. O estado/município corrobora com esses padrões de ocupação espacial, afirmação ratificada a partir das ações que o mesmo implanta na paisagem. Nos casos da drenagem dos fluxos hídricos residenciais e da ocupação espacial, as obras públicas seguem os perfis das residências (Figura 26).



Figura 26 - Obra de esgotamento sanitário realizada pelo governo estadual com aval municipal - fluxo hídrico direcionado para encosta.

(Coordenadas geográficas do centro da figura - S 8° 52' 39", O 36° 29' 56")

Fonte: Trabalho de campo - 06/12/2011.

Para Guerra et al. (2011), a população brasileira atualmente é predominantemente urbana, agravando os problemas de natureza ambiental e ampliando as dificuldades de planejamento, implantação e gestão dos sistemas urbanos. Os desafios impostos ao poder público e a sociedade estão nas cidades de todos os portes. Existindo cada vez mais a necessidade de estabelecerem diretrizes eficazes para a ocupação racional do solo. Preocupação explicitada na Constituição Federal de 1988, que exige a elaboração de planos diretores para os municípios com mais de 20.000 habitantes.

Estando Garanhuns incluso nessa realidade, a cidade possui um plano diretor que no seu capítulo 3, artigo 114, determina que a política de desenvolvimento urbano será formulada e executada pelo município, com a colaboração da união e do estado, na forma da lei e dos convênios que venham a celebrar, visando a atender à função social do solo urbano, ao crescimento ordenado e harmônico da sede do Município, dos Distritos, das Vilas e Povoados integrantes de seu território, e o bem-estar de seus habitantes.

Todavia, o referido município apenas confeccionou seu plano diretor, ou seja, ele não tem aplicabilidade prática, afirmação constatada a partir do cenário supramencionado. Traçar ou legislar metas incompatíveis com a realidade legal, financeira e fisiográfica dos cenários nos quais os ambientes estão situados, serve apenas para dar uma satisfação oficial para sociedade. Porém, não resolve a problemática, muito pelo contrário, materializa um palco propício para conflitos de interesses.

O contrassenso é tanto que em seu plano diretor, no artigo 110, existe a afirmação que será realizado o combate à exaustão dos solos e à poluição ambiental, em qualquer de suas formas.

É impossível a implementação de políticas públicas de ordenamento territorial eficazes sem analisar o contexto físico e geo-histórico do ambiente. No caso em questão possui peculiaridades topográficas e climáticas, naturalmente já o tornando suscetível a processos erosivos, conforme já foram mencionadas.

Para que isso ocorra é necessário transformar a paisagem em algo estático/imutável. Como realizar tamanha façanha? E partindo do princípio hipotético que isso fosse possível, qual seria sua finalidade para o homem?

A paisagem é dinâmica, suas transformações são permanentes e necessárias. Sendo assim, cabe à sociedade desenvolver modelos racionais de uso e ocupação do solo. Entretanto, não do ponto de vista econômico como também socioambiental.

#### 4.1.2 Albedo dos Alvos

A paisagem diariamente recebe radiação solar, seja ela de forma direta ou difusa. A capacidade que os objetos possuem de refletir essas ondas do espectro eletromagnético é denominada de albedo, ou seja, ele é a razão entre a absorção e reflectância da luz emanada pelo Sol. A capacidade de reflectância dos alvos atuará na termodinâmica dos mesmos, os objetos com baixa capacidade de absorção de luz, apresentarão temperaturas mais baixas. Devem-se ser levadas em consideração suas peculiaridades físicas e químicas. Pois os corpos podem ter uma alta eficácia para refletir, porém, também possui um elevado potencial para armazenar a pouca energia absorvida. Para compreensão dessa dinâmica, é necessário compreender que luz não é calor, mais sua atuação/incidência nos corpos, provoca a vibração de suas partículas, e quanto mais intensos forem esses movimentos maior será o calor.

Para Silva (2008), o albedo da superfície é um parâmetro importante, pois o seu monitoramento possibilita detectar alterações que venham a ocorrer em diversas áreas do nosso planeta, resultantes de processos naturais e/ou antropogênicos.

Contudo Garanhuns apresenta um intenso processo de transformação de sua paisagem, alterando as relações de absorção e reflectância da sua superfície, devido à substituição dos alvos naturais, a processos antropogênicos (principalmente a reestruturação do espaço agrário e a intensificação da urbanização). Fez-se necessário a análise dessa variável para compreender os reflexos das políticas de ordenamento territorial no equilíbrio da paisagem, pelo menos com os fenômenos relacionados com a absorção de radiação.

Devido ao marco temporal da pesquisa (1982), optou-se por utilizar imagens Landsat 5, sensor TM, por causa de suas especificidades técnicas, proporcionarem produtos compatíveis com as necessidades operacionais da pesquisa (Tabela 06). Mesmo o satélite Landsat 3, cobrindo o intervalo temporal anterior e posterior ao ano de 1982 (1978 - 1983), não se optou pela inclusão de seus dados, por dois motivos operacionais (Tabela 07). Logo, a análise e interpretação dos dados seriam comprometidas, pois seria necessário analisar informações de satélites com características técnicas heterogêneas.

Partindo do princípio de que os *rasters* naturalmente já apresentam uma série de distorções relacionadas a inúmeros fatores físicos/orbitais, de forma que o mesmo satélite e sensor a depender das condições orbitais e físicas dos ambientes dos alvos pode absorver distorções na captação/recepção dos dados. Problemas a serem agravados ao forçar a conciliação de informações dos sensores MMS (*Multispectral Scanner* - Landsat 3) com o TM (*Thematic Mapper* - Landsat 5).

Canal	Intervalo espectral (µm)	Resolução	
		Espacial (m)	Temporal (dias)
1	0,45 - 0,52	30	16
2	0,52 - 0,60		
3	0,63 - 0,69		
4	0,76 - 0,90		
5	1,55 - 1,75		
6	10,4 - 12,5	120	16
7	2,08 - 2,35	30	

Tabela 06 - Especificações técnicas do satélite Landsat 5.  
Fonte: INPE, 2015. (Adaptada)

Canal	Intervalo espectral (µm)	Resolução	
		Espacial (m)	Temporal (dias)
4	0,5 - 0,6	80	18
5	0,6 - 0,7		
6	0,7 - 0,8		
7	0,8 - 1,1		

Tabela 07 - Especificações técnicas do satélite Landsat 3.  
Fonte: INPE, 2015. (Adaptada)

Sendo assim os intervalos temporais utilizados para as análises foram: 1987, 2001 e 2010. De posse dos dados dos albedos dos respectivos intervalos temporais, foram realizados os processos de interpretação e análise das imagens, com a finalidade de hierarquizar e padronizar as classes de uso e ocupação do solo utilizou-se o método de Florenzano (2011).

O processo de interpretação dos *rasters* é complexo, pois existe uma predisposição no cérebro humano para transformar padrões captados pelo sistema ocular e decodificados pela rede neural em feições já conhecidas. Sendo assim o procedimento de interpretação não deve tomar como referência apenas a forma dos alvos (Tabela 08), caso isso ocorra, as observações não terão rigor científico. A geoestatística apresenta-se como uma ferramenta eficaz para mitigação dessas questões, pois permite compreender os dados de forma espacializada. Mas também pelos padrões configurados pelos pixels ou por suas características próprias, minimizando os possíveis erros de interpretação gerados pelo decodificador.

A geoestatística tem por objetivo a caracterização espacial de uma variável de interesse por meio do estudo de sua distribuição e variabilidade espacial, com determinação das incertezas associadas. Sendo o fenômeno espacial o conjunto de todos os valores possíveis da variável de interesse, que define a distribuição e variabilidade dentro de um dado domínio (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

Elementos para análise	Feições dos Alvos			
	Vegetação	Solo Exposto	Perímetro Urbano	Nuvens
Cor	Verde	Magenta ou Branca	Magenta - Predominante	Branca ou Cinza
Textura	Rugosa	Lisa ou Rugosa	Rugosa	
Tamanho	Variável			
Forma	Irregular			
Padrão	Irregular			
Localização	S 8° 51' 37" / S 8° 55' 40" - O 36° 26' 06" / O 36° 30' 52"			

Tabela 08 - Chave de interpretação dos albedos: 1987, 2001 e 2010.  
Fonte: FLORENZANO, 2011. (Adaptada)

Os albedos dos alvos em 1987 (Figura 27) apresentaram uma grande variação em suas classes (Tabela 09), o que não é de se estranhar, pois cada objeto tem suas peculiaridades de reflectância (Figura 28). Logo, a cena é composta por alvos naturais e artificiais heterogêneos, as disparidades na relação absorção/reflectância não poderiam ser diferentes.



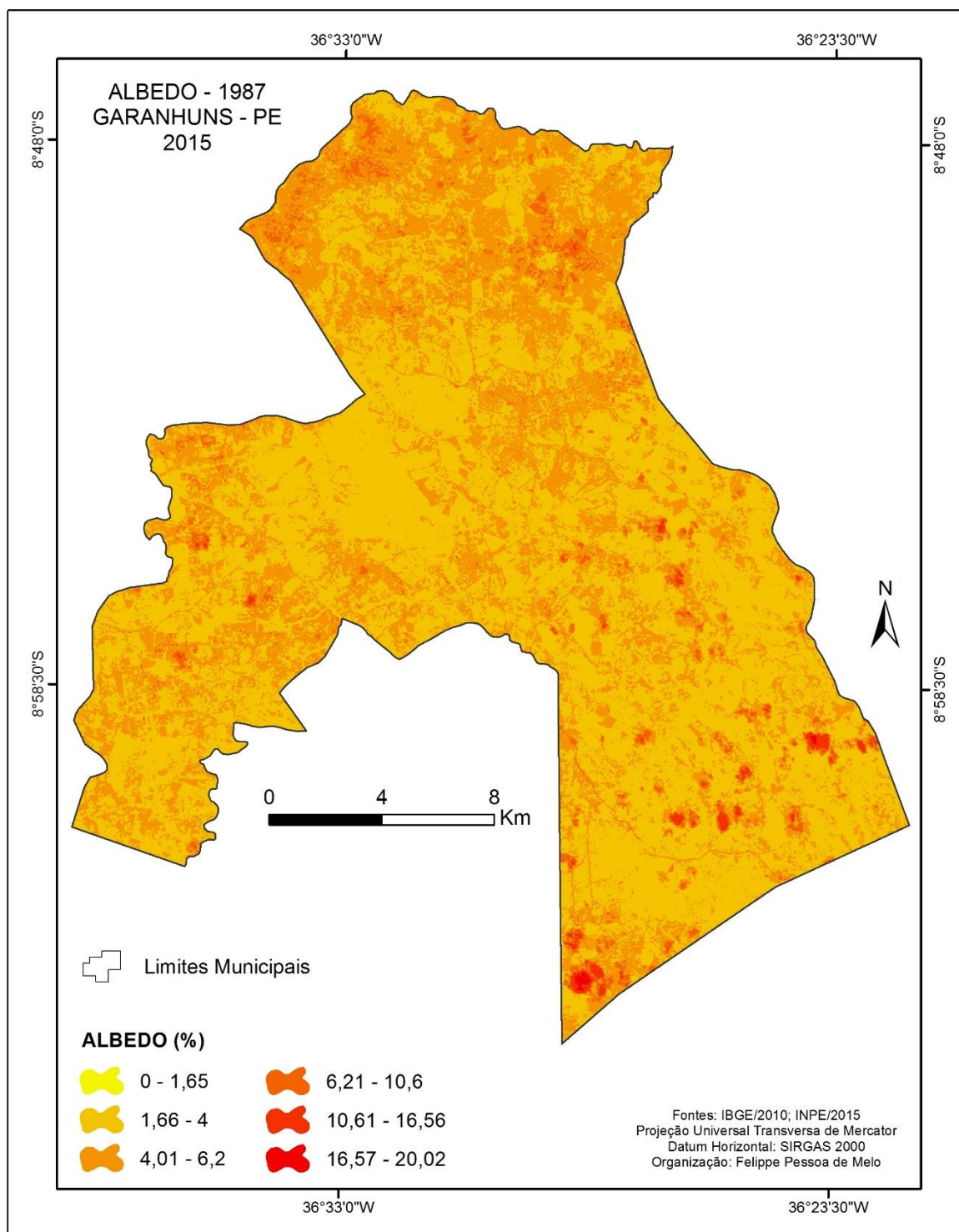


Figura 27 - Albedo da área de estudo em 1987.

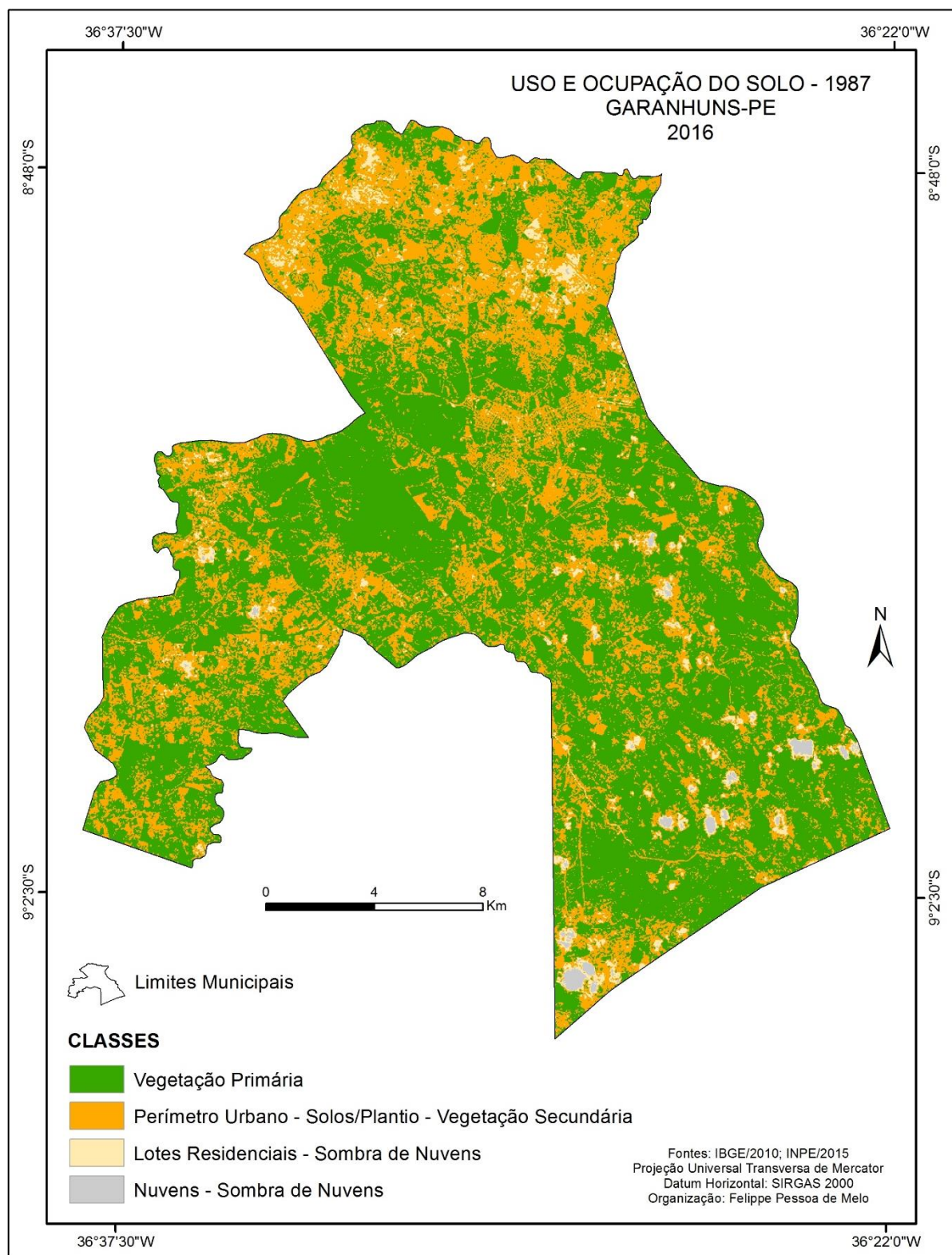


Figura 28 - Uso e ocupação do solo em 1987.

<b>Classe</b>	<b>Albedo (%)</b>	<b>Absorção (%)</b>	<b>Nº de Pixel</b>	<b>Área (ha)</b>
1	0 - 1,65	98,35	43	3,87
2	1,66 - 4	97,17	311.381	28.022,9
3	4,01 - 6,2	94,9	180.694	16.263,8
4	6,21 - 10,6	91,6	15.259	1.373,31
5	10,61 -16,56	86,42	2.352	211,68
6	16,57 - 20,02	81,71	300	27

Tabela 09 - Albedo da área de estudo em 1987.

Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

As duas primeiras classes 1 e 2 são predominantes as quais correspondem a vegetação mais densa, apesar de equivaler 61,05% do perímetro municipal observa-se que estão sob forte pressão dos processos antropogênicos, com a presença de inúmeras feições em ângulos retos, nas localizadas fora do perímetro urbano e seus recôncavos, dominam as ações de expansão das áreas de pastagens para o gado leiteiro. Dentro dos limites periurbanos, as feições geométricas retilíneas indicam dois fenômenos socioespaciais, porém, correlacionados. Sendo eles: agricultura de subsistência e expansão urbana, ambas as atividades situadas nas encostas dos vales.

A terceira representa 35,42% da poligonal garanhuense. As formas retilíneas a ENE/ESE representam o sítio urbano; as demais são solos sendo preparados para o plantio e vegetação secundária, como ambas estão situadas no mesmo intervalo de resposta, para diferenciá-las deve-se lembrar de que a natureza (vegetação) não se materializa em feições geométricas padronizadas.

A quarta equivale a 2,99% da área estudada, quando ela ocorre nos limites urbanos, representa lotes residenciais. Já se a mesma resposta/albedo, fora dos domínios urbanos corresponde à sobra de nuvens.

As classes 5 e 6 condizem a 0,54% da poligonal municipal, são as respostas radiométricas das nuvens (cúmulos), que estavam presentes no momento da varredura do sensor.

Perpassados 14 anos, ou seja, 2001 (Figuras 29 e 30). Observa-se uma mudança no perfil dos albedos no município (Tabela 10).

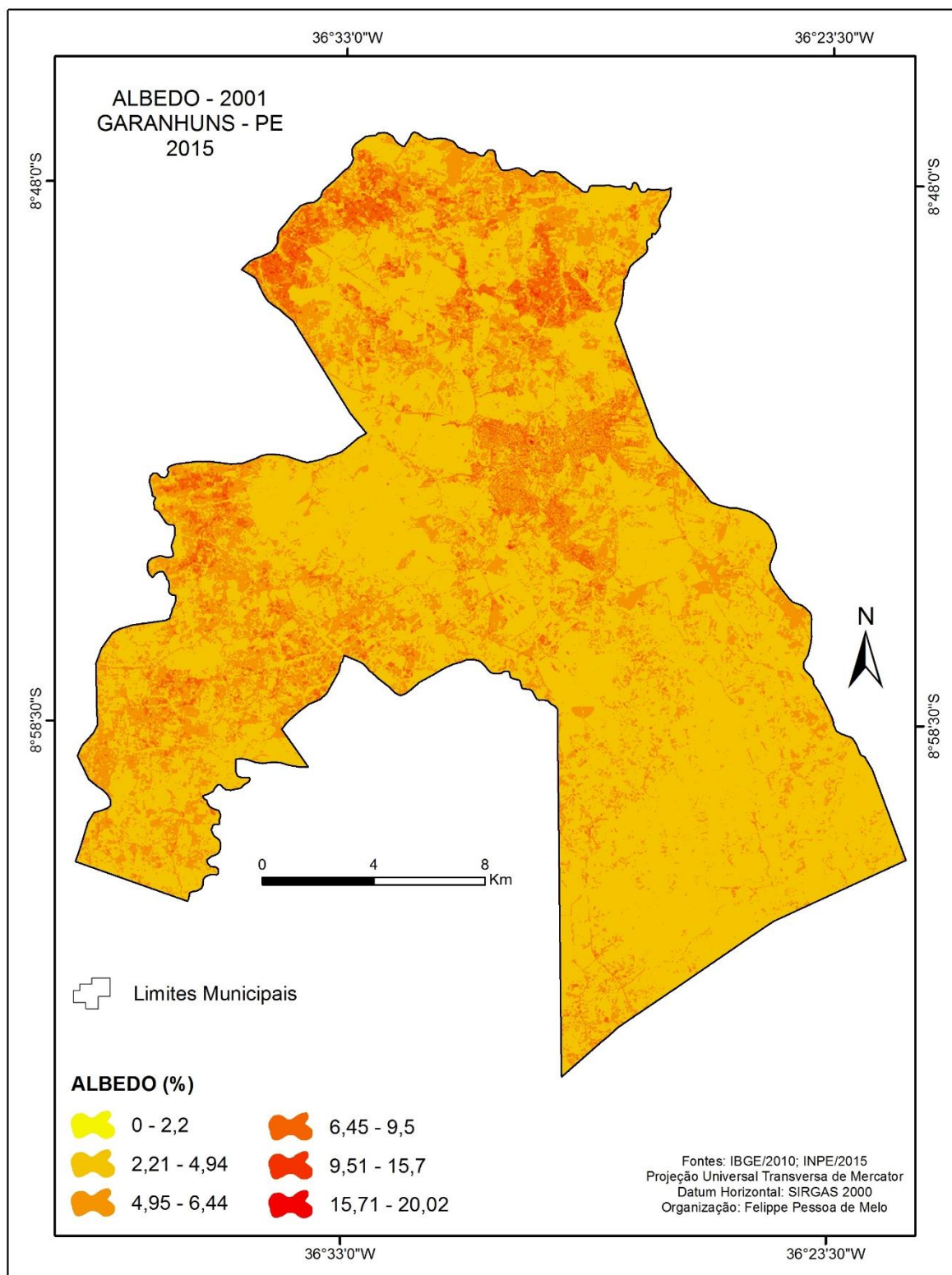


Figura 29 - Albedo da área de estudo em 2001.



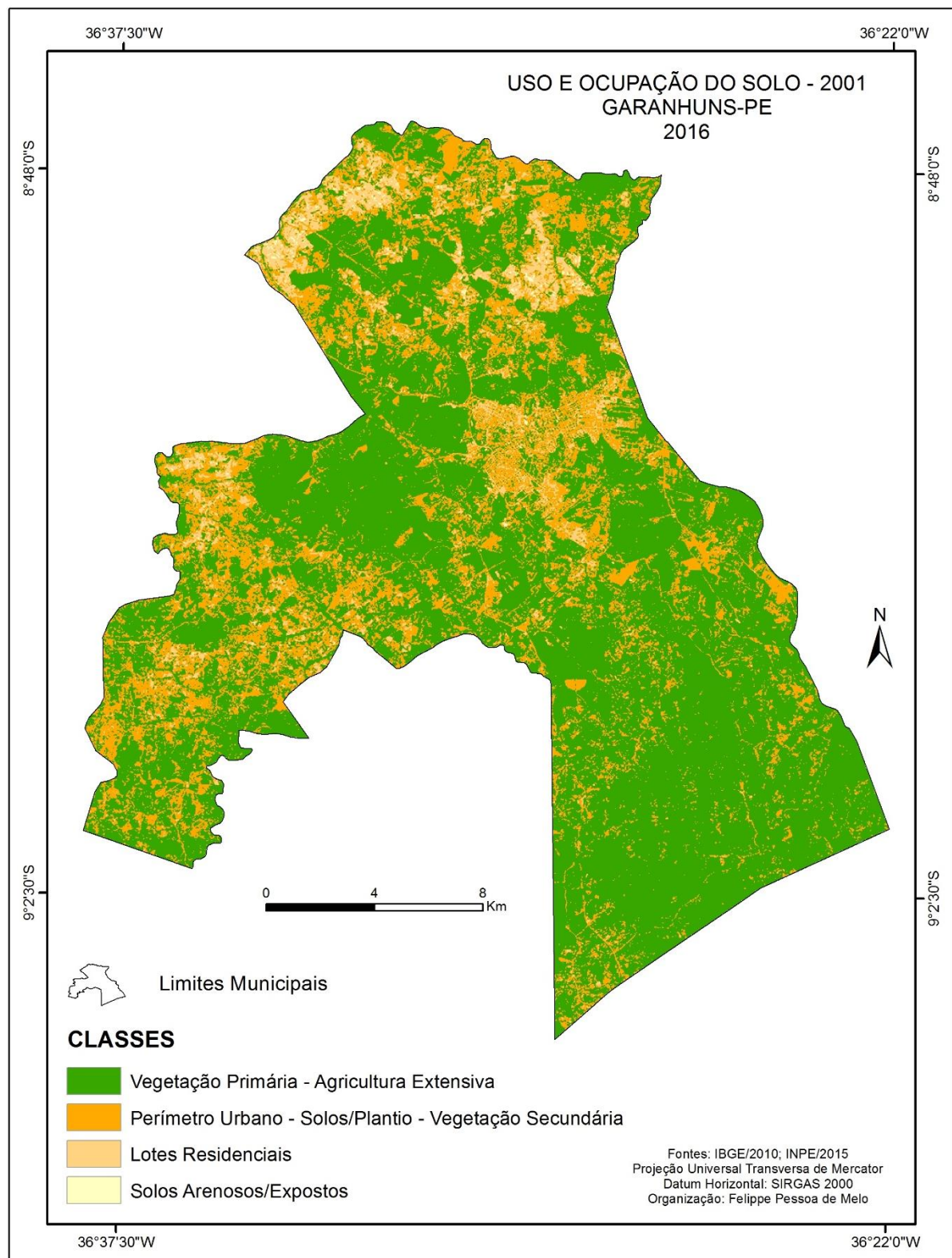


Figura 30 - Uso e ocupação do solo em 2001.

<b>Classe</b>	<b>Albedo (%)</b>	<b>Absorção (%)</b>	<b>N° de Pixel</b>	<b>Área (ha)</b>
1	0 - 2,2	99	10	0,9
2	2,21 - 4,94	96,42	348.907	31.403,3
3	4,95 - 6,44	94,31	133.849	12.044,6
4	6,45 - 9,5	92,02	26.181	2.356,38
5	9,51 - 15,7	87,04	1.076	96,84
6	15,71 - 20,02	82,13	6	0,54

Tabela 10 - Albedo da área de estudo em 2001.

Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

As classes 1 e 2 tiveram um aumento de área de 3.374,43 ha, mas, isso não significa que ocorreu uma recuperação da cobertura vegetal primária, pois a introdução de culturas agrícolas ou até mesmo áreas de pastagens entre as lacunas dessas vegetações podem interferir na relação radiância reflectância. Deve-se levar em consideração que o sensor utilizado tem uma resolução espacial de 30m/pixel, sendo assim todos os alvos inferiores a 30 m, passam por um processo geoestatístico no qual é feito uma média entre os alvos, gerando assim um número de 0 a 255, que representará uma determinada cor. Quanto mais próximo de zero maior foi a absorção, e quanto mais distante, menor é a quantidade de energia eletromagnética absorvida.

Em relação ao seu padrão de absorção nota-se que ele diminuiu, porém, diminuir a absorção não significa redução das temperaturas superficiais dos objetos, pois eles podem apresentar propriedades físico-químicas que conservem por mais tempo o calor. Sendo assim será necessária uma análise termal da superfície dos alvos para compreender essa dinâmica. A qual deve ser realizada com *rasters* oriundos do mesmo sensor e intervalo temporal. Preservando assim a integridade dos dados e das análises.

A terceira apresentou uma redução de 4.216,05 ha. Entretanto, ela é composta por três perfis de uso e ocupação. É visível que a poligonal urbana apresentou um maior adensamento e expansão, já as demais (solos preparados para plantio e vegetação secundária) foram as que reduziram seus perímetros. Isso ocorreu por que com o aumento da área urbana, o fluxo de dejetos (esgotos residenciais) despejados nas encostas ampliou-se. Mantendo as vertentes e os

fundos dos vales, permanentemente encharcados, e devido ao suprimento permanente de água, a vegetação secundária mudou sua resposta espectral, criando a falsa ilusão de cobertura vegetal densa. É um fenômeno, que só vem a reforçar a necessidade do processo de reambulação dos dados.

A quarta ampliou seus domínios em 982,98 ha, estando a maior parte concentrado nas zonas de expansões urbanas, reforçando a ideia/hipótese de que a ampliação da poligonal urbana e de seu adensamento foram variáveis que comprometeram as respostas espectrais das encostas e fundos de vales. As duas últimas, que no intervalo temporal de 1987, corresponderam a nuvens ou sobras de nuvens, continuaram sendo a de menor representatividade (0,64 ha), porém, a imagem não apresentava nuvens. Ficando essa resposta espectral a cargo dos solos arenosos expostos.

Em 2010, o albedo apresenta um perfil semelhante ao de 2001 (Figuras 31 e 32), mostra uma notável redistribuição espacial (Tabela 11). As duas primeiras classes tiveram uma redução 10.819,98 ha, o que equivale a 31,21%, dado alarmante, logo, essas informações referem-se à cobertura vegetal. Variável indispensável para regular as temperaturas, minimização dos impactos relacionados com a erosão hídrica. Deve-se rememorar que a área em questão apresenta elevados índices pluviométricos e grandes amplitudes topográficas, conforme já foi salientado anteriormente. Especificidades que dinamizam a predisposição natural do município para erosão hídrica, colocando em risco a população local. No entanto, a mesma encontra-se localizada em um relevo ondulado em forma de colinas (morros), com pouquíssimas áreas aplainadas.

Conforme Guerra et al. (2011), a água é o principal agente natural modelador/modificador da paisagem, assume diferentes estados e trajetórias no transcorrer de seu ciclo. Sua entrada nos sistemas terrestres desencadeia uma série de processos e possíveis trajetórias que dependem dos atributos das distintas esferas que irá circular. A cobertura vegetal tem um importante papel nesse contexto, no caso das águas oriundas da precipitação, as copas das árvores podem: armazenar para posterior precipitação; minimizar a força de atrito que as gotículas exerceram nos solos, no caso dos corpos hídricos que atingem os solos, a presença dos materiais oriundos da vegetação, tais como: galhos, folhas, sementes, entre outros, fazem com que a água escoe entre eles antes de infiltrar.

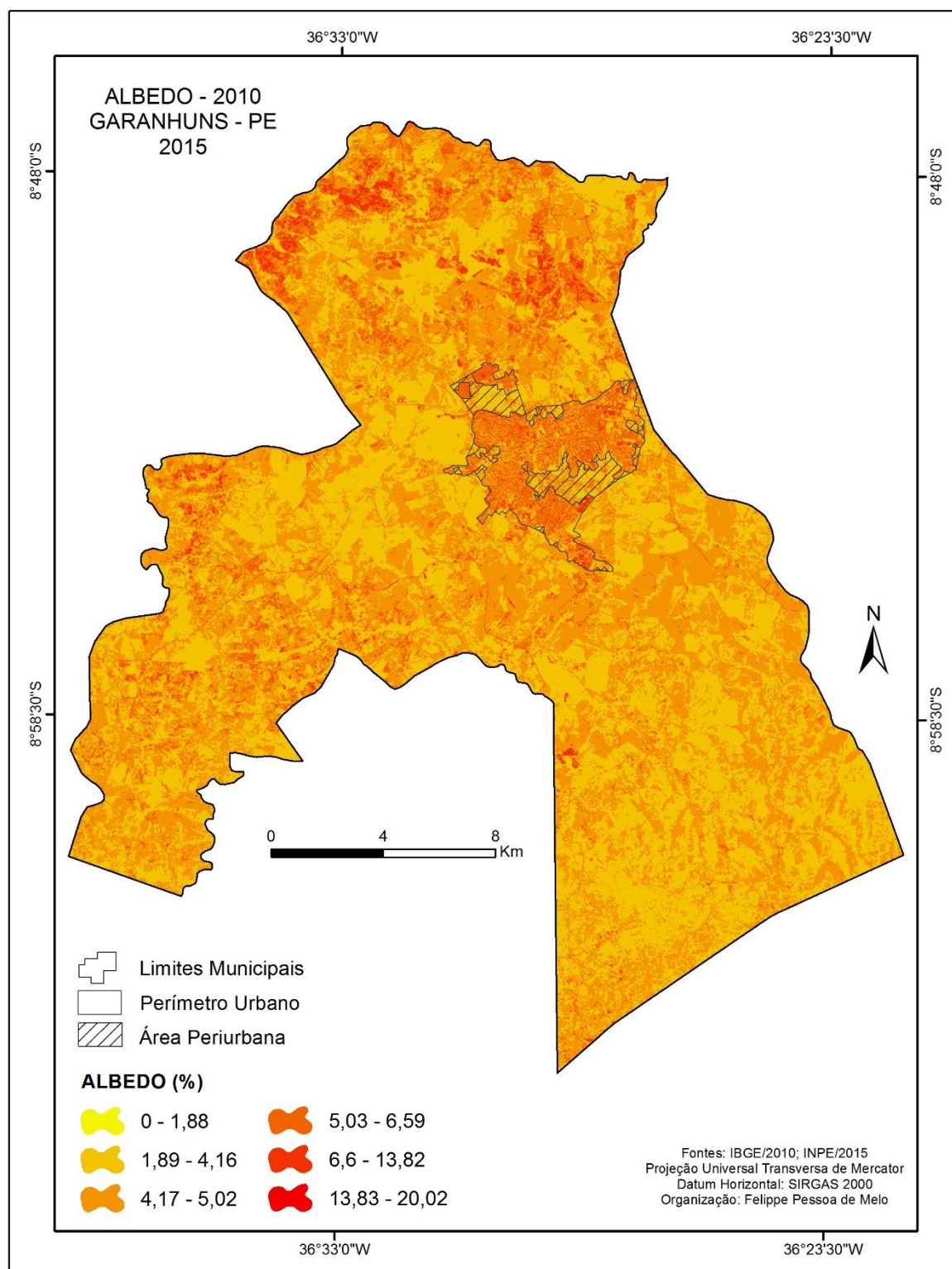


Figura 31 - Albedo da área de estudo em 2010.



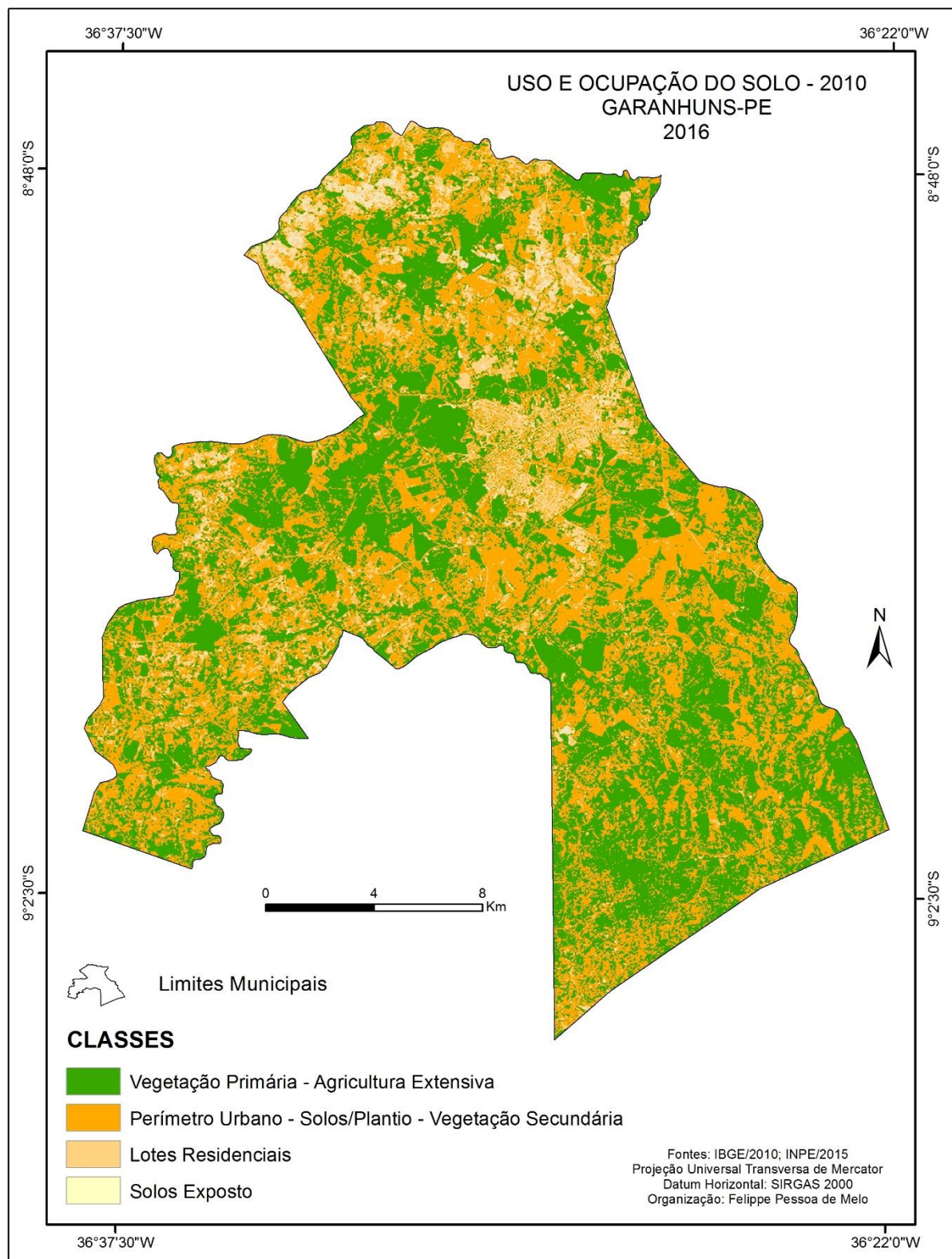


Figura 32 - Uso e ocupação do solo em 2010.

<b>Classe</b>	<b>Albedo (%)</b>	<b>Absorção (%)</b>	<b>Nº de Pixel</b>	<b>Área (ha)</b>
1	0 - 1,88	99,06	7	0,63
2	1,89 - 4,16	96,97	228.688	20.584,3
3	4,17 - 5,02	95,40	226.359	20,370,4
4	5,03 - 6,59	94,19	47.759	4.297,86
5	6,6 - 13,82	89,79	7.204	648,36
6	13,83 - 20,02	83,08	12	1,08

Tabela 11 - Albedo da área de estudo em 2010.

Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

A terceira segue as tendências das anteriores, com um incremento de 8.325,9 ha, ou seja, 69,11%. Sendo esses conjuntos de dados referentes ao perímetro antropizado e a presença de vegetação secundária, as informações também são preocupantes. Nos recôncavos do sítio urbano, indicam a intensificação da urbanização. Nas demais áreas, a maximização das áreas das propriedades destinadas a pastagens e atividades agrárias relacionadas com monoculturas.

A quarta também ampliou sua resposta espacial em 1.942,02 ha (82,42%), estando mais concentrada a N/SSO, a intensificação da especulação imobiliária e a redução da oferta de novos lotes limites urbanos têm contribuído de forma direta para o aumento da espacialização das áreas periurbanas no município, introduzindo uma nova variável no crescimento urbano desordenado local. Os condomínios fechados, os quais estão situados em áreas de baixo valor imobiliário, mais uma vez fixados, passam a agregar valores aos lotes/residenciais sob seus domínios, o dito planejamento desses novos espaços, restringe-se aos seus limites internos, no mais segue os mesmos padrões de expansão já explanados.

As classes 5/6 são as respostas espectrais das localidades com solos expostos, quando ocorrem nas proximidades de aglomerados urbanos, se configuram como zonas de expansão, entretanto se estiverem situadas em áreas de atividades agrárias, indicam solos expostos sendo preparados para plantio. Em relação a sua espacialização, destaca-se a porção N/ONO. No caso de seus quantitativos, maximizou-se 552,06 ha, ou seja, 566,91%, com base nos dados supracitados, fica evidenciado que as respostas espectrais que indicam redução da cobertura vegetal em detrimento de processos antropogênicos relacionados à

maximização das zonas de expansão urbana e novas áreas para atividades agrárias, apresentam notáveis crescimentos (Gráficos 03 a 05).

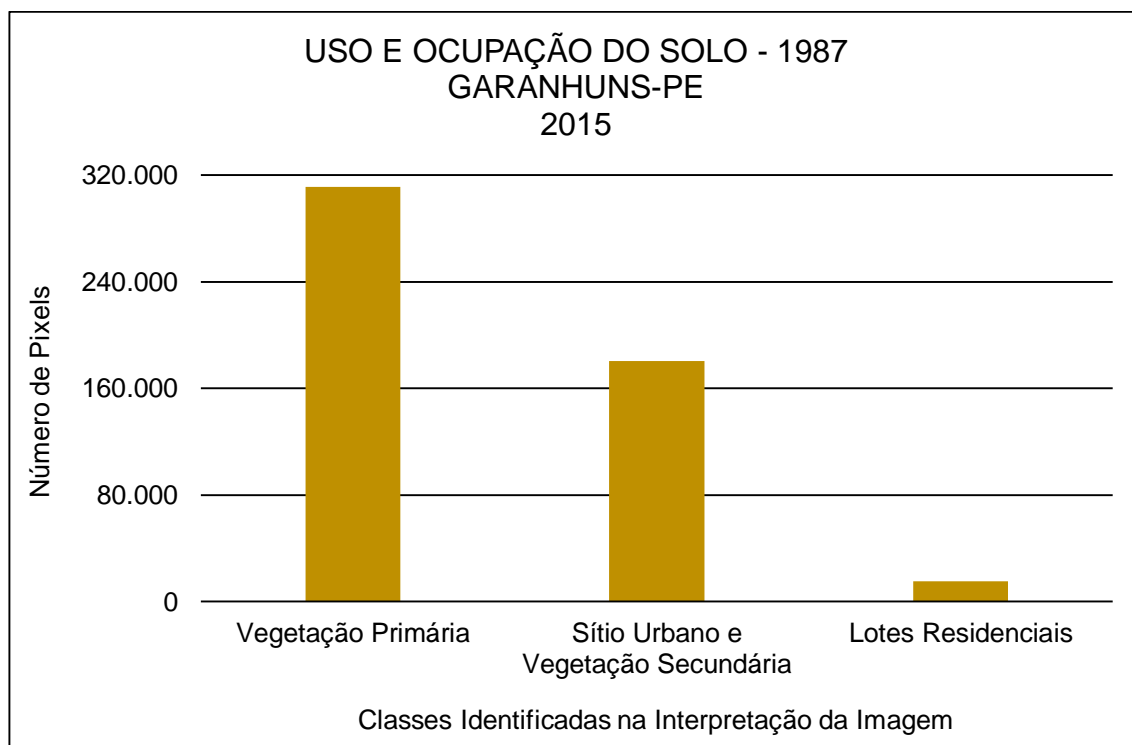


Gráfico 03 - Uso e Ocupação do Solo em 1987.  
Fonte: INPE, 2015.

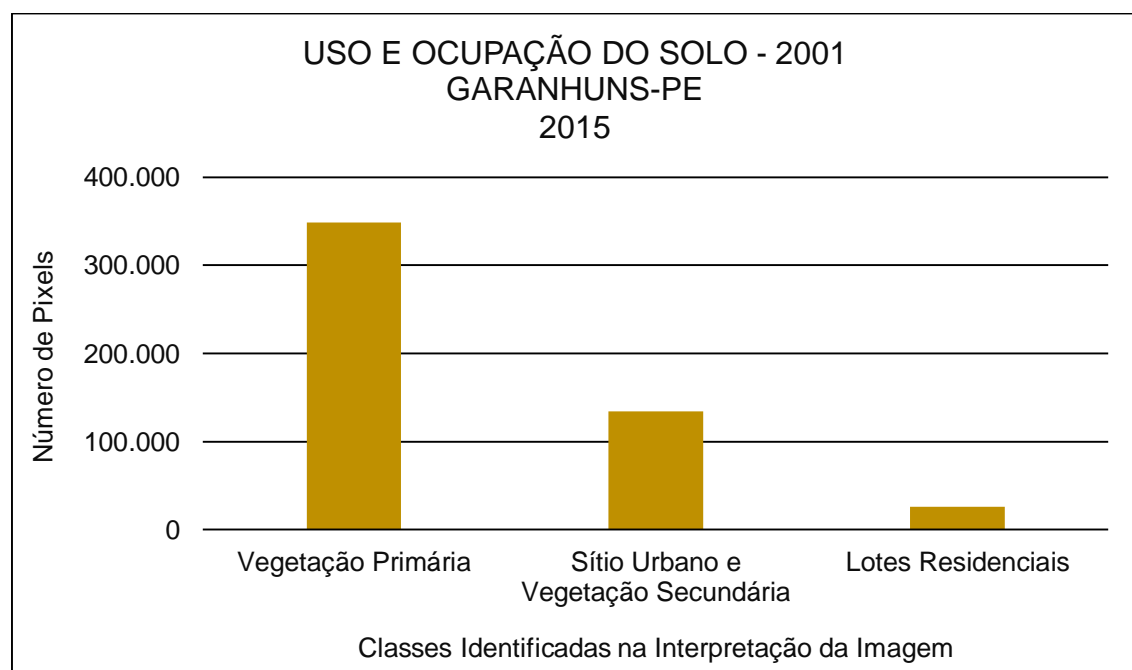


Gráfico 04 - Uso e Ocupação do Solo em 2001.  
Fonte: INPE, 2015.

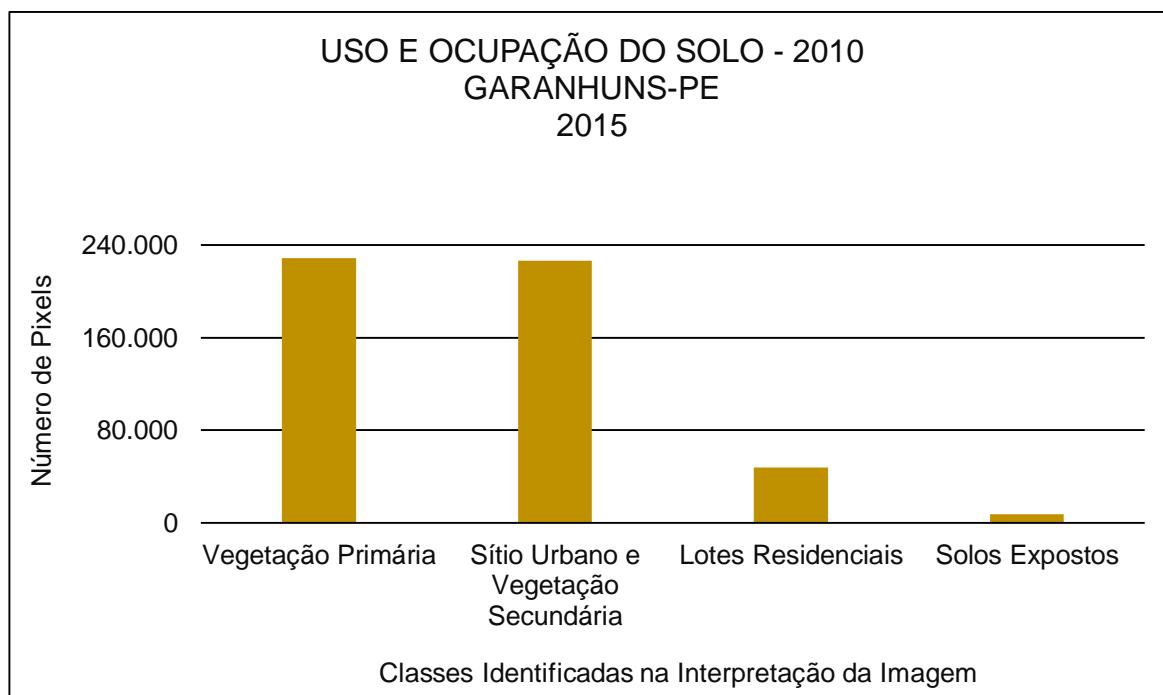


Gráfico 05 - Uso e Ocupação do Solo em 2010.  
Fonte: INPE, 2015.

As aplicações atuais da Ciência de Sensoriamento Remoto via satélite abrangem monitoramento dinâmico de usos de solo e evoluções de biodiversidade, recursos naturais, precipitação, clima, manejo dos recursos hídricos da superfície, exploração dos recursos hídricos do subsolo, inventário e monitoramento de usos do solo, das pastagens e das coberturas vegetais, monitoramento da produção primária das florestas e pastagens, monitoramento das ocorrências dos ventos catastróficos, tais como geadas, enchentes, secas, doenças e pragas das culturas, monitoramento dos focos de queimadas, mapeamento topográfico, monitoramento da degradação e erosão de solos, estudo das mudanças climáticas, e outros. (LIU, 2007, p.25)

A capacidade que o homem tem para intervir e transformar a paisagem aumentou de forma geométrica, sendo capaz de modificações cada vez mais complexas em intervalos temporais que tendem sempre a diminuir, adaptando o ambiente as suas necessidades mais imediatas, tais como: residencial - para fixação ou ampliação dos contingentes populacionais; agrárias - remoção da cobertura vegetal em detrimento de monoculturas, ou para introdução de pastagens para o gado leiteiro/corte; Infraestrutura - construções de espelhos d'águas artificiais, objetivando o abastecimento de água ou produção de energia.

Essas intervenções antrópicas atingem a dinâmica da paisagem de maneira vertical/complexa, de forma que os pesquisadores têm uma constante carência de

dados atualizados, para poderem analisá-los, interpretá-los e posteriormente desenvolver/estimar possíveis cenários, caso essas informações continuem com o mesmo perfil. As imagens via satélite por si só não são capazes de atender essas necessidades, por necessitarem de tratamento digital (TDI) e de procedimentos de interpolação, os quais dependem do tipo de análise a ser desenvolvida. Para tanto, utiliza-se um Sistema de Informações Geográficas (SIG), pois ele possibilita a confecção de banco de dados geográficos, que possibilitam o manuseio, análise, interpretação, simulação e confecção de produtos cartográficos, de forma dinâmica.

O domínio de aplicações em SIG está se ampliando cada vez mais, acompanhando a evolução dos dispositivos de coleta e as facilidades computacionais em geral. Um fenômeno geográfico pode ser analisado de forma e precisão diferentes dependendo do objetivo da aplicação. Assim sendo, um mesmo conjunto de dados armazenados poderá ter tratamentos distintos. Por exemplo, dados pluviométricos coletados em um conjunto de estações pluviométricas ao longo do tempo podem ser interpolados para determinar a distribuição de chuvas em certas regiões durante um período, visando planejar atividades de plantio. Os mesmos dados podem ser combinados com informações sobre as bacias hidrográficas das regiões, declividade e permeabilidade do solo, para auxiliar estudos de erosão. Esta característica causa um impacto direto na coleta, modelagem e armazenamento dos dados georreferenciados. (CÂMARA et al., 1996, p.27)

#### 4.1.3 Termodinâmica da Superfície

A temperatura da superfície terrestre (Tst) é diretamente ligada à estimativa de fluxos de radiação de onda longa e indiretamente ligada à dos fluxos de balanço de energia da superfície dos alvos. Outro fator importante nos monitoramentos de condições de vegetação, variabilidades bioclimáticas e nas aplicações de modelos de previsão de mudanças climáticas em distintas escalas. É quase impossível obter-se Tst do globo inteiro por meio de estações meteorológicas convencionais. Sua estimativa via satélite oferece uma alternativa, pois fornece uma fonte de dados contínuos de alta frequência espaço/temporal com estimativas uniformes (LIU, 2007).

A presença de aerossóis, partículas em suspensão na atmosfera e principalmente as nuvens comprometem a consistência dos dados dos canais termais. Sendo assim sua eficácia fica atrelada às condições de céu claro e limpo,

em toda a área desejada, pré-requisito nem sempre encontrável. No entanto, cada satélite possui parâmetros para atenuação dessas interferências (Tabela 12). Mesmo com as devidas correções, as nuvens e suas sombras continuam interferindo na resposta espectral, restando o recurso de descartar os pixels que estão sob sua influência, procedimento que não compromete a integridade dos demais dados.

Coeficientes de Calibração ( $W m^{-2} \mu m^{-1}$ )								
Banda	01/03/1984 a 04/05/2003		05/05/2003 a 01/04/2007		Posterior a 01/04/2007		ESUN <sub>λ</sub> > ( $W m^{-2} \mu m^{-1}$ )	W <sub>λi</sub>
--	a	b	a	b	a	b	---	---
1	-1,52	152,10	-1,52	193	-1,52	169	1957	0,293
2	-2,84	296,81	-2,84	365	-2,84	333	1826	0,274
3	-1,17	204,30	-1,17	264	-1,17	264	1554	0,233
4	-1,51	206,20	-1,51	221	-1,51	221	1036	0,155
5	-0,37	27,19	-0,37	30,20	-0,37	30.2	215	0,032
6	1.2378	15.3032	1.2378	15.3032	1.2378	15.3032	---	---
7	-0,15	14,38	-0,15	16,50	-0,15	16.50	80,67	0,012

Tabela 12 - Parâmetros para correção radiométrica de imagens Landsat 5.  
Fontes: CHANDER et al., 2007; INPE, 2015. (Adaptada)

Para as estimativas da temperatura superficial da superfície foram utilizados os canais termais (banda 6), dos mesmos intervalos temporais e sensor usados para estimativa do albedo, procedimento adotado com a finalidade de preservar ao máximo as mesmas condições atmosféricas para cada conjunto temporal, caso contrário as informações poderiam ser deturpadas. Tendo em vista que, cada cena de imagens via satélite possui peculiaridades/especificidades únicas, isso ocorre porque é impossível ocorrerem condições atmosféricas idênticas em varreduras distintas.

Para Mendonça; Danni-Oliveira (2007), no Sistema de Superfície Atmosférica (SSA), a radiação proveniente do Sol é o *input* de entrada de energia, e os processos de emissão, reflexão, transmissão e absorção são os responsáveis pelo aquecimento, a radiação é o principal modo de propagação de energia no SSA,

uma vez que por meio dela é que a energia do Sol chega a Terra. Ela corresponde à emissão de energia sob a forma de ondas eletromagnéticas, que se propagam a velocidade da luz (300.000 Km/s). O espectro eletromagnético é composto por um feixe de raios diferenciados pela magnitude de seus comprimentos de onda e pela frequência com que essas ondas se manifestam (ciclos por segundo), ou pela distância delas entre si, tomadas como comprimento de onda (cm,  $\mu\text{m}$  e  $\text{\AA}$ ).

Entretanto, a banda 6 do satélite Landsat 5, sensor TM, encontra-se em uma faixa do espectro eletromagnético de 10,0 a 12,5  $\mu\text{m}$ , tornando-a sensível a fenômenos termais; tem resoluções de 120 m (espacial) e de 16 dias (temporal). Ela foi utilizada para realização do mapeamento termal da superfície de Garanhuns, dos anos de 1987, 2001 e 2010. As temperaturas da superfície dos alvos em 1987 oscilaram de 12 a 35°C (Tabela 13), sobressaindo as porções NNW/NNE e ESSE/SSW pelos seus contrastes termais (Figura 33).

<b>Grupo</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Média (°C)</b>	<b>N° de Pixel</b>	<b>Área (ha)</b>
1	12 - 19	15,5	532	766,08
2	20 - 22	21	2.136	3.075,84
3	23 - 25	24	7.390	10.641,6
4	26	---	7.497	10.795,68
5	27 - 28	27,5	7.400	10.656
6	29 - 35	32	7.067	10.176,48

Tabela 13 - Termodinâmica da superfície da área de estudo em 1987.  
Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

Subsidiado pelo método de Florenzano (2011), para análise e interpretação de imagens, identificaram-se os alvos que estavam encaixados no mesmo grupo termodinâmico (Tabela 14). Optou-se por esse procedimento, devido à disparidade de escala dos pixels das bandas, pois no satélite Landsat 5 as bandas 1 a 5 e 7 tem 30 m de resolução espacial, já a banda 6 (termal) tem 120 m. A diferença de 90 m, impede uma análise e interpretação nos mesmos moldes do albedo, sendo assim, os objetos podem estar em mais de uma classe termal.

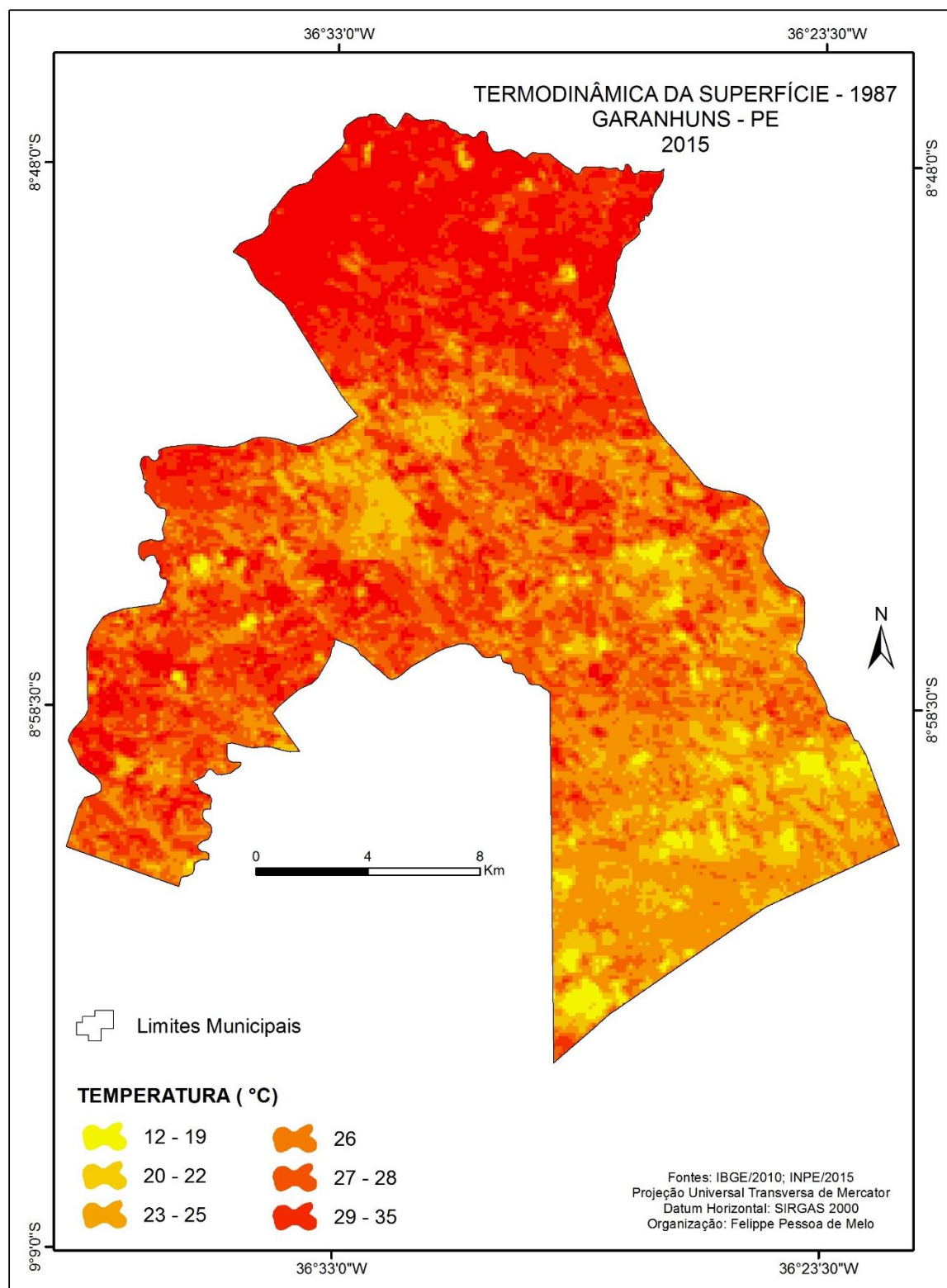


Figura 33 - Termodinâmica da superfície de Garanhuns em 1987.



Elementos para Análise	Feições dos alvos					
	Nuvens	Sombra de Nuvens	Vegetação	Sítio Urbano	Solo Exposto	Corpos de Água
Cor	Branca	Preta	Verde	Magenta - Predominante	Magenta ou Branca	Verde ou Preta
Textura	Rugosa	Lisa	Rugosa		Lisa ou Rugosa	Lisa ou Rugosa
Tamanho	Pequeno		Pequeno a Grande			
Forma	Irregular					
Padrão	Irregular					
Localização	S 8° 51' 37" / S 8° 55' 40" - O 36° 26' 06" / O 36° 30' 52"					

Tabela 14 - Distribuição espacial das classes termiais em 1987.  
Fonte: FLORENZANO, 2011. (Adaptada)

As médias termiais mais baixas foram encontradas no primeiro grupo. Isso ocorreu devido ao fato dele representar as nuvens, as quais servem de barreira natural para leitura dos sensores, de forma que a leitura dos dados termiais nos recortes das cenas onde elas se materializam não corresponde à temperatura da superfície dos alvos que estão sob essas formações gasosas. Por terem a cor branca possuem uma capacidade elevada de reflectância.

Conforme Mendonça; Danni-Oliveira (2007), nuvens cumuliformes possuem um albedo de 70 a 90%, já as cidades de 14 a 18%, a força com que as radiações alcançam o solo é denominada de intensidade de insolação e está diretamente relacionada com a altura solar de cada lugar e as barreiras naturais e artificiais.

Apesar do segundo grupo apresentar médias termiais mais elevadas, também se encontra sob a influência das nuvens, devido ao ângulo que estão em relação ao Sol; com exceção dos dados situados a NO/O, que estão em áreas com vegetação de fundos de vales, e possuem reservas permanentes de água, devido a afloramentos naturais como, por exemplo, no caso da Vila Maria (-8° 53' 24" / -36° 29' 58").

Os sensores acoplados nos satélites permitem a realização de medidas consistentes multitemporais relativas a grandes áreas durante períodos de tempos que chegam a décadas. Muitos sensores são transportados em satélites, em órbitas próximas dos polos e sincronizada com o sol, cruzando o Equador na mesma hora solar a fim de atingirem uma cobertura global e geométrica com iluminação consistente. Este é o caso dos satélites da série Landsat (CÂMARA et al., 2001).

Por conseguinte, os locais que apresentam nuvens ou sobras em áreas a partir de 120 m no momento da varredura serão representadas na íntegra, uma vez que o pixel da banda termal é de 120 m, sendo desnecessário o processo geoestatístico de interpolação das respostas espectrais coexistentes nessa poligonal para gerar um pixel que represente uma média de todos os alvos.

O terceiro é representado por: vegetações que estão em fundos de vales com descarte de fluxos hídricos residenciais; áreas utilizadas para atividades agrárias semiextensivas; recôncavos dos fundos de vales que apresentam afloramentos naturais de águas; encostas do sítio urbano. O quarto caracteriza-se como uma transição entre áreas de cobertura vegetal primária ou secundária e locais antropizados. O quinto são poligonais urbanas ou periurbanas, destacando-se o sítio urbano municipal. O último grupo refere-se aos solos expostos, principalmente os localizados na porção norte do município (transição para o sertão).

As temperaturas médias superficiais mais intensas estão situadas nas áreas que sofreram maiores interferências antropogênicas, principalmente para fixação de moradias e atividades agrárias (Gráfico 06).

A radiação solar incidente na superfície terrestre interage de modo diferente com cada tipo de alvo. Esta diferença é determinada principalmente pelas desiguais composições físico-químicas dos objetos ou feições terrestres. Estes fatores fazem com que cada alvo tenha sua própria assinatura espectral, em outras palavras, cada objeto absorve ou reflete de modo diferente cada uma das faixas do espectro da luz incidente. Outros fatores que também influenciam no processo de interação dos alvos são: textura, densidade e posição relativa das feições em relação ao ângulo de incidência solar e à geometria de imageamento. Em decorrência desta interação, a radiação que deixa os objetos, leva para os satélites a assinatura espectral dos mesmos. Os sistemas sensores instalados nos satélites são sensíveis a estas

diferenças, que as registram em forma de imagens. É importante mencionar que tanto a irradiância (Radiação Eletromagnética - REM que chega aos alvos) como a radiância (REM que deixa) são fortemente afetadas em suas trajetórias pelos componentes atmosféricos (FIGUEIREDO, 2005).

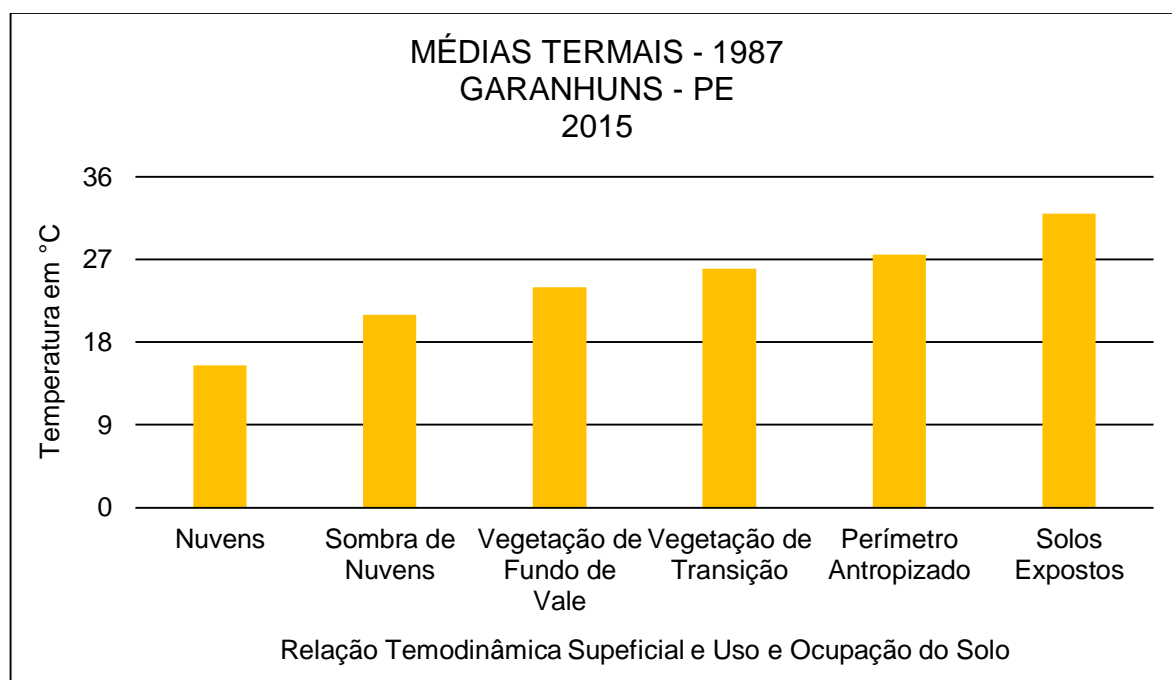


Gráfico 06 - Distribuição espacial da termodinâmica da superfície dos alvos em 1987.  
Fonte: INPE, 2015.

Para que essas interferências não comprometam a integridade das análises, antes de realizar o processo de interpretação dos fenômenos captados pelos sensores dos satélites, os dados passam por processos de correções, as quais dependem do tipo de pesquisa que será realizada. Os parâmetros para correção das interferências radiométricas são disponibilizados pelos distribuidores dos produtos. No caso da banda termal, deve-se frisar que não se podem realizar procedimentos de TDI/PDI, em razão da alteração dos níveis de cinza. Logo, cada um representa uma determinada temperatura, por conseguinte, alterar os tons de cinza desencadearia uma deturpação da termodinâmica captada pelo sensor.

Em 2001 (Figura 34), o perfil termal variou entre 16 e 28°C (Tabela 15), destacando-se as porções E/NW e ESSE/SSW, pelas suas disparidades de temperaturas.

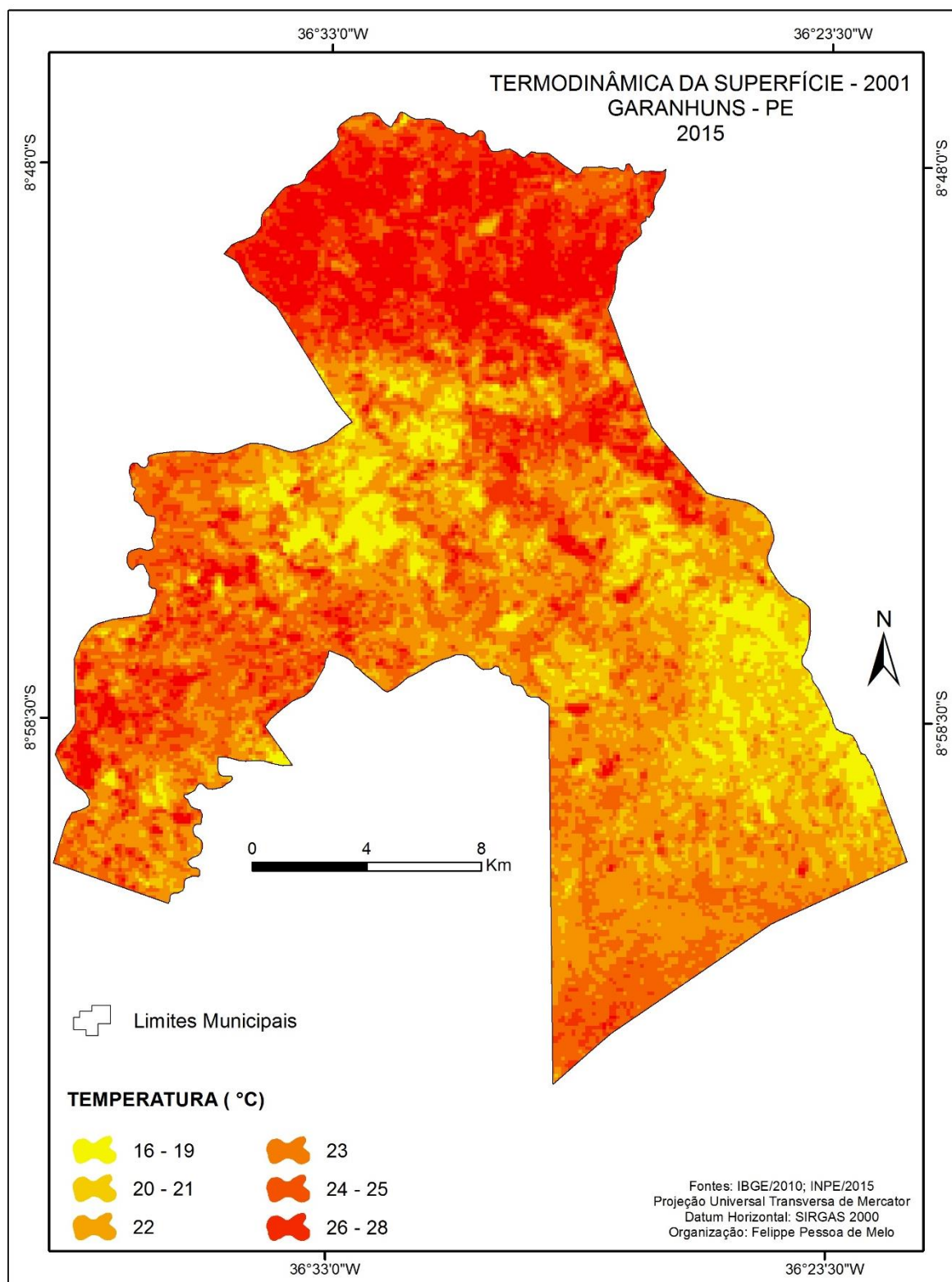


Figura 34 - Termodinâmica da superfície de Garanhuns em 2001.

<b>Grupo</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Média (°C)</b>	<b>N° de Pixel</b>	<b>Área (ha)</b>
1	16 - 19	17,5	1.955	2.815,2
2	20 - 21	20,5	4.926	4.926
3	22	---	9.248	13.317,12
4	23	---	7.489	10.784,16
5	24 - 25	24,5	4.439	6.392,16
6	26 - 28	27	3.973	5.721,12

Tabela 15 - Termodinâmica da superfície da área de estudo em 2001.

Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

O primeiro grupo termal corresponde à vegetação de fundo de vale a NO/O e ESSE/SSE. Ambas as áreas possuem vegetação secundária em melhor estado de conservação, e não ocorrem dentro dos limites do sítio urbano, porém, o circundam. A cobertura vegetal atua como elemento moderador da temperatura, já nas relações entre capacidade de reflectância e a propriedade de retenção de calor armazenado, as vegetações apresentam um perfil favorável ao conforto termal. À medida que esses alvos refletem a luz, minimizam a absorção de energia, entretanto, a radiação absorvida desencadeia a mesma reação nos demais alvos, ou seja, aquecimento, pois, elas evitam ou minimizam a absorção de radiação por outros objetos servindo de barreiras, já no seu processo de evapotranspiração regulam a temperatura ambiente dos elementos que estão em seu raio de alcance.

As plantas compõem-se principalmente de água. Em média o protoplasma contém 85% a 90%, mesmo as organelas das células ricas em lipídios, como os cloroplastos e os mitocôndrios, são constituídas de 50%. O conteúdo de água dos frutos é particularmente elevado (85% a 95% - peso fresco), assim como o das folhas tenras (80% a 90%) e das raízes (70% a 95%). As partes das plantas com menos água são as sementes maduras (10% a 15%) (KLAR, 1984).

O segundo concentra-se nas adjacências da primeira resposta termal, caracterizando-se com uma extensão da cobertura vegetal, contudo, com os condicionantes geofísicos alterados, tendo a mesma disponibilidade de água e recebendo mais radiação, por não ter as encostas dos vales como barreira, entretanto, já começa a margear os fundos de vales situados no perímetro urbano.

No terceiro, encontram-se as vegetações com menor adensamento, devido aos processos antropogênicos; os fundos de vales, tanto os situados nos arredores urbanos como os que apresentam uma topografia menos aguda; existindo também uma discreta representação de sua assinatura termal, cerca de 43,2 ha, dos quais 50%, estão concentrados entre as coordenadas geográficas de  $-8^{\circ} 52' 57''$  /  $-8^{\circ} 52' 37''$  e  $-36^{\circ} 27' 42''$  /  $-36^{\circ} 27' 14''$ . Essa área refere-se a uma poligonal com vegetação secundária, circundada pelo perímetro antropizado, os demais 50% são fragmentos urbanos com espaços antropizados intercalados com vegetação e altitudes superiores a partir 870 m. Todavia, a média altimetria é de 850 m, essas porções da superfície possuem uma melhor circulação de ar, o que ajuda na redução das temperaturas.

O quarto possui duas situações geotermiais, sendo elas: uma transição entre a vegetação de baixo adensamento e o sítio urbano principal; já na zona rural, representa áreas com vegetação rasteira, intercalada com arbustivas e solos expostos. No penúltimo, destaca-se o perímetro urbano no centroide, e solos com vegetação rasteira, com ênfase para porção norte. O último pode ser subdividido em duas categorias: poligonais urbanas extremamente adensadas ( $-8^{\circ} 53' 51''$  /  $-8^{\circ} 53' 24''$  e  $-36^{\circ} 29' 42''$  /  $-36^{\circ} 29' 26''$ ) e solos expostos na porção norte do município ( $-8^{\circ} 48' 14''$  /  $-36^{\circ} 32' 12''$ ). Em relação ao padrão da distribuição geoespacial das temperaturas mais elevadas, observa-se o aumento das classes/grupos, que representam áreas antropizadas ou sob sua influência direta (Gráfico 07).

Estimar as trocas de energia na biosfera é essencial para modelar cenários atuais, pretéritos e futuros. Tendo em vista que cada vez mais as ações antrópicas interferem de forma mais latente e fugaz no meio. Sabe-se que apenas um parâmetro físico, no caso em questão é a estimativa de temperatura superficial dos alvos, por si só não dá conta de explicar o cenário no todo. Existe uma gama de fatores físicos e socioeconômicos que interferem direta e indiretamente nesse quadro fatores impossíveis de serem interpolados e ponderados de forma precisa no processo de modelagem. Mas, não por falta de tecnologia, e sim porque o homem é incapaz de entender a natureza no todo, cabendo a ele, a difícil tarefa de simular ou estimar possíveis resultados, tomando como parâmetro as variáveis que julga mais importantes para suas modelagens.

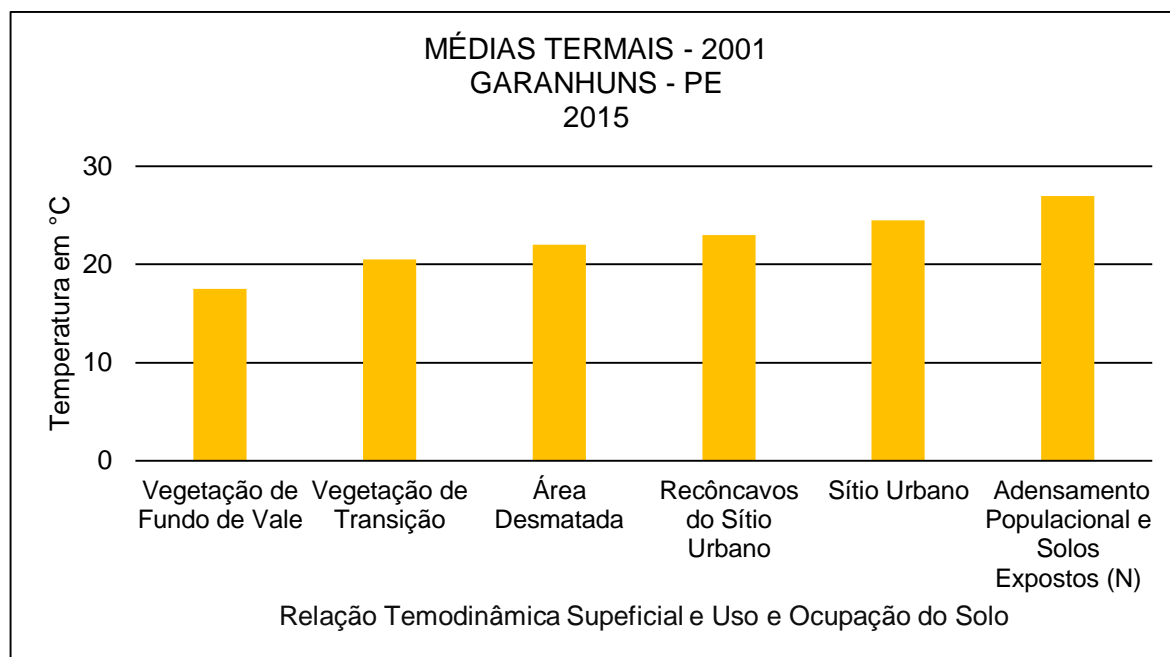


Gráfico 07 - Distribuição espacial da termodinâmica da superfície dos alvos em 2001.  
Fonte: INPE, 2015.

A possibilidade de acompanhar um fenômeno geofísico captado por um sensor orbital é um importante avanço para confecção de modelos mais precisos. Essas tecnologias possibilitam análises multitemporais desses fenômenos, sem a necessidade de gastos dispendiosos com grandes equipes para trabalho de campo. Desonerando a pesquisa e minimizando a probabilidade de erro, devido a um maior controle do fluxo de informações. Em 2010, o padrão termal teve mínima de 16 e máxima de 32°C (Tabela 16), sobressaindo os padrões termais situados a ENE/OSO, por estarem sob o domínio das médias mais elevadas (Figura 35).

Grupo	Temperatura (°C)	Média (°C)	Nº de Pixel	Área (ha)
1	16 - 20	18	1.499	2.158,56
2	21	---	6.961	10.023,84
3	22 - 23	22,5	12.314	17.732,16
4	24 - 25	23,5	5.722	8.239,68
5	26	---	3.541	5.099,04
6	27 - 32	29,5	2.215	3.189,6

Tabela 16 - Termodinâmica da superfície da área de estudo em 2010.  
Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

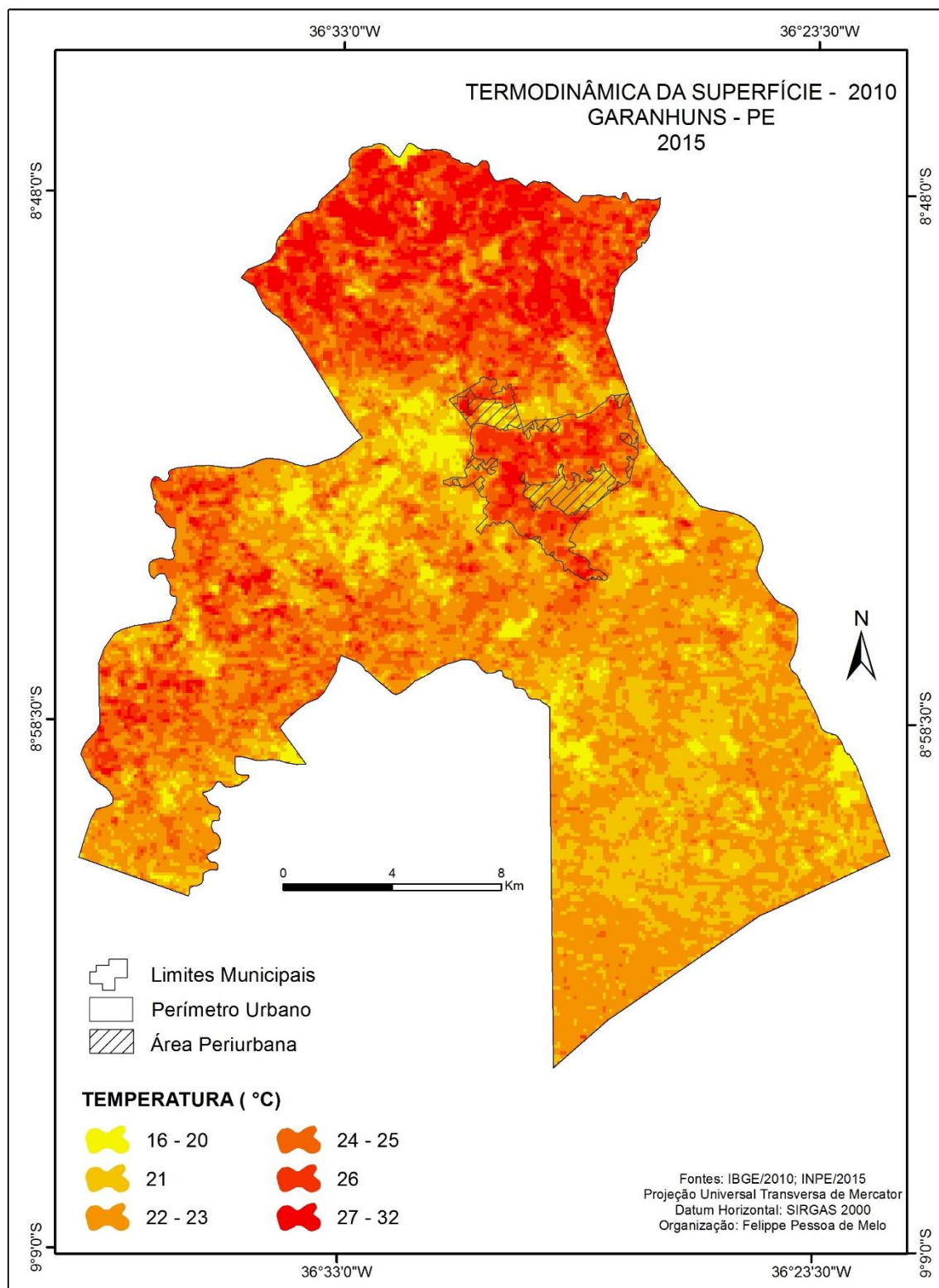


Figura 35 - Termodinâmica da superfície de Garanhuns em 2010.



O padrão termal situado entre 16 e 20°C representa resquícios de vegetação secundária, lagos e cultivos de monoculturas. O perímetro compreendido entre as coordenadas -8° 51' 51" / -8° 55' 33" e -36° 33' 40" / -36° 30' 29" destaca-se dos demais devido sua proximidade ao sítio urbano, e, mesmo assim, apresenta a média termal mais amena (18°C). Esse fenômeno ocorre principalmente porque a área possui uma cobertura vegetal secundária (mas com resquícios de primária) significativa. Em comparação à vegetação que circunda o polígono urbano.

O segundo grupo é composto pelas adjacências do primeiro, mais as áreas que possuem drenagem inferior a 30 metros de comprimento e seus recôncavos. Apesar do pixel da imagem termal ser de 120 m, ficou evidenciado que no processo de sobreposição das respostas termais em relação a *raster* sintético, as temperaturas de 21°C, margeavam áreas sinuosas, de tonalidade verde e encaixadas entre as estruturas mamelonizadas, ou seja, a drenagem. A qual não foi representada pela cor habitual, devido ao procedimento geoestatístico realizado pelo sensor, o qual faz uma média das respostas espectrais situadas em uma área de 30 m por 30 m, já que a drenagem do município tem o comprimento inferior a 30 metros, além de estar circundado por cobertura vegetal (primária ou secundária), elas têm o predomínio, a resposta espectral corresponde a cor verde.

No terceiro, destacam-se duas situações de uso e ocupação do solo, sendo elas: pastagens para prática da pecuária extensiva e perímetro antropizado situado na transição para zona rural. O quarto grupo é formado principalmente por áreas antropizadas, com ênfase para assentamentos urbanos, porém, com a presença de resquícios de vegetação. Podendo-se citar como exemplos os parques Ruber Van Der Linden, tendo seu centroide localizado a -8° 53' 34" e -36° 29' 28" e o Euclides Dourado, situado entre as coordenadas geográficas de -8° 53' 7" / -8° 52' 57" e -36° 29' 11" / 36° 29' 7". O quinto condiz com duas situações principais, sendo: solos expostos a ONO/OSO e NNO/NNE, entretanto, com remanescentes de vegetação secundária e adensamento residencial no sítio urbano. No último, também se destacam duas situações. São elas: solos expostos a ONO/OSO e NNO/NNE e intenso agrupamento urbano.

O comportamento térmico da década de 2010 segue a tendência da de 2001, com a intensificação dos processos de antropização das áreas e aumento das médias termais nos referidos padrões espaciais (Gráfico 08).

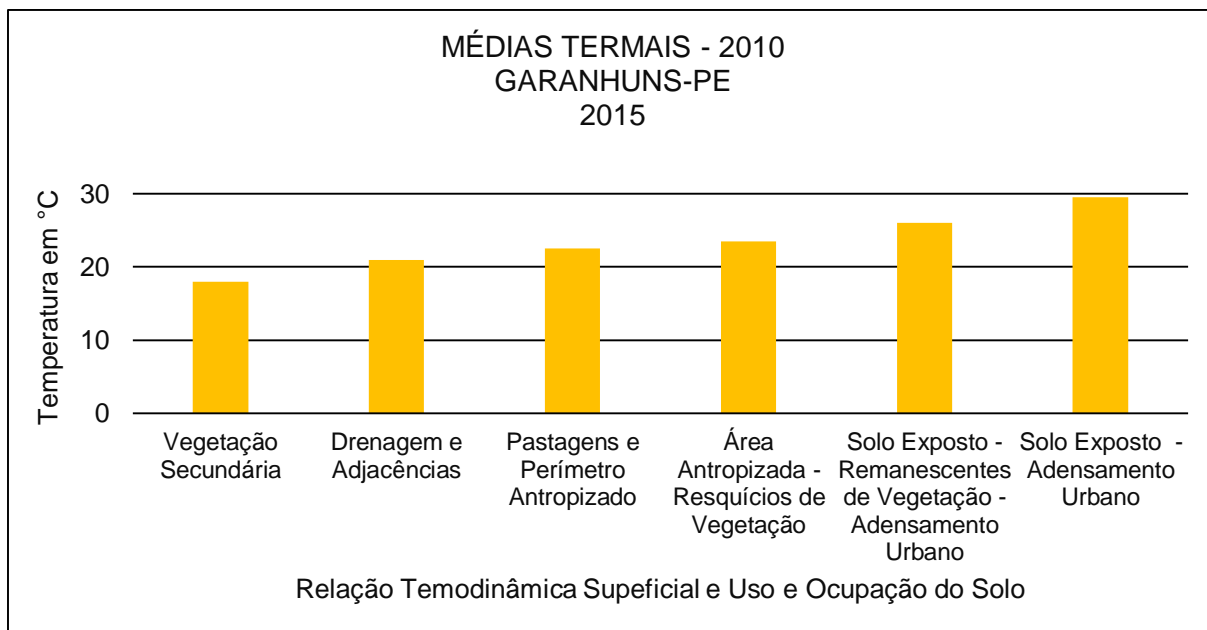


Gráfico 08 - Distribuição espacial da termodinâmica da superfície dos alvos em 2010.  
Fonte: INPE, 2015.

De forma que o agrupamento urbano central apresentou temperaturas mínimas de 22 e máximas de 32°C. A amplitude térmica de 10°C, é um dado alarmante, principalmente por ocorrer em uma mesma classe temática, no caso, o sítio urbano, colocando em risco a integridade física da população e desequilibrando a dinâmica ambiental. Utilizando a classificação/modelo desenvolvido por Veyret; Richemond (2013), a situação supracitada encaixa-se em: riscos naturais agravados pelo homem.

Acompanhar as transformações da paisagem e os fenômenos geofísicos que nela ocorrem é uma necessidade latente para o planejamento urbano eficaz. Sendo assim, as tecnologias do sensoriamento remoto e SIG contribuem de forma contundente nessa temática. A primeira, por permitir varreduras de alvos localizados na superfície terrestre e oceânica. Já a segunda possibilitando a manipulação dessas informações em ambiente virtual e confecção de produtos cartográficos temáticos. Características de suma importância para monitorar as ações antropogênicas na paisagem e estimar fenômenos geofísicos.

Florenzano (2011) salienta que os processos de urbanização têm provocado aspectos negativos para o meio ambiente e a qualidade de vida da população. Porém as técnicas de sensoriamento remoto podem contribuir efetivamente com a

análise e elaboração de diagnósticos que subsidiem o planejamento do uso do solo nas áreas urbanas. Pois sua detecção e seus processos de maximização podem ser facilmente captados pelos sensores dos satélites. Deve-se reforçar que as possibilidades expostas acima podem estender-se para áreas rurais, dado que elas também apresentam padrões geoespaciais de fácil captação.

#### 4.1.4 Inter-relações entre Albedo e Temperatura Superficial dos Alvos

Compreender as relações entre a capacidade de reflectância e de absorção de um alvo é de suma importância para perfilar o cenário geoambiental, podendo assim mensurar fenômenos geofísicos, de forma síncrona e assíncrona. Contudo, o comportamento dos materiais naturais e artificiais em relação à radiação solar, depende de suas propriedades físico-químicas e das variáveis que estão interferindo no dado momento do processo de mensuração desses fenômenos.

Sendo assim, para comparar esses eventos da natureza de forma multitemporal, faz-se necessário que as condições naturais sejam idênticas, o que é impossível de ocorrer, em razão de que cada estado da dinâmica geofísica no quadro natural é único. Dessa forma as análises temporais são feitas baseadas em padrões, por conseguinte, os resultados não podem ser tomados como verdades absolutas. Outra questão a ser levantada é a problemática de captação das informações pelos sensores orbitais. No caso em questão, seria a disparidade entre a escala espacial, dado que, os sensores dos satélites da série Landsat 5 captam manifestações termais superficiais na escala de 120 metros por pixel, ao passo que para mensuração do albedo o pixel é de 30 m. O que contabiliza uma diferença espacial de 90 m. Circunstância essa, que adiciona mais um conjunto de variáveis na equação, não comprometendo o procedimento de interpolação, porém, aumentando a probabilidade de erro.

Deve-se reforçar que a palavra erro, não está sendo utilizada como sinônimo de algo que não está correto e sim como margem de incompatibilidade, problema esse que não pode ser ignorado nem tão pouco solucionado, sendo que, é passivo de ser mitigado. Através de processos geoestatísticos bem definidos e compatíveis com a realidade a qual pretende-se analisar, que no caso do presente estudo optou-

se pelo método de *Kriging*, também chamado de *krigagem*.

De acordo com Silva (2014), *Kriging* é muitas vezes traduzido como *Krigagem*, é um método de regressão usado em geoestatística para aproximar ou interpolar dados. O *Kriging* pode ser entendido como uma predição linear ou uma forma da Inferência Bayesiana (incertezas sobre as quantidades estimadas). Parte do princípio que pontos próximos no espaço tendem a ter valores mais parecidos do que pontos mais afastados, essa técnica assume que os dados recolhidos de uma determinada variável se encontram correlacionados no espaço.

A inviabilidade de analisar o município em toda sua dimensão espacial configurou-se como mais um problema técnico e operacional a ser ponderado, sendo assim optou-se por realizar as análises de forma amostral, mas, levando em consideração as dimensões dos pixels dos sensores. Para tanto, os pontos de controles escolhidos não tiveram como princípios básicos a equidistância, e sim a sua representatividade no todo, ou seja, foram escolhidos tomando como base as classes temáticas, supracitadas nos gráficos multitemporais referentes ao albedo e a termodinâmica.

Entretanto, sabe-se que a distância entre os pontos é determinante nos procedimentos geoestatísticos, quanto mais distante o resultado ficar do ponto de controle coletado, maiores são as probabilidades de distorção dos resultados. Deste jeito a introdução de um par de coordenadas (mais o seu referido dado), em um determinado ponto terá um resultado que pode ser mutável, com um simples deslocamento para N, S, L ou O.

Condição essa que não pode ser resolvida, dado que a escolha desses locais de controle depende da percepção do pesquisador, sentido esse que pode ser facilmente confundido, pois depende de uma série de elementos sensoriais do pesquisador, os quais oscilam conforme suas emoções no transcorrer do espaço tempo. Para que o produto não seja comprometido nem tão pouco os resultados, faz-se necessária a presença de uma matriz de espacialização dos dados (Tabelas 17 e 18). Explicitando assim que o resultante é oriundo de um conjunto de informações distribuídas no espaço, para as distâncias explicitadas.

Perímetro Urbano - Distância em Km												
---	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12
P 1	0	0,19	5,13	3,55	1,99	0,78	0,70	0,52	0,42	0,99	4,02	2,31
P 2	0,19	0	5,04	3,52	1,83	0,69	0,64	0,48	0,41	1,01	4,01	2,17
P 3	5,13	5,04	0	1,65	3,36	4,38	4,43	4,61	4,73	4,19	1,18	5,35
P 4	3,55	3,52	1,65	0	1,75	2,77	2,90	3,08	3,16	2,68	0,91	3,74
P 5	1,99	1,83	3,36	1,75	0	1,20	1,37	1,53	1,60	1,36	2,46	2,21
P 6	0,78	0,69	4,38	2,77	1,20	0	0,17	0,31	0,40	0,54	3,34	2,16
P 7	0,70	0,64	4,43	2,90	1,37	0,17	0	0,18	0,27	0,44	3,39	2,30
P 8	0,52	0,48	4,61	3,08	1,53	0,31	0,18	0	0,09	0,54	3,54	2,31
P 9	0,42	0,41	4,73	3,16	1,60	0,40	0,27	0,09	0	0,61	3,65	2,36
P 10	0,99	1,01	4,19	2,68	1,36	0,54	0,44	0,54	0,61	0	3,05	2,68
P 11	4,02	4,01	1,18	0,91	2,46	3,34	3,39	3,54	3,65	3,05	0	4,61
P 12	2,31	2,17	5,35	3,74	2,21	2,16	2,30	2,31	2,36	2,68	4,61	0

Tabela 17 - Matriz de espacialização do perímetro urbano de Garanhuns.  
Fonte: Trabalho de campo, 2015.

Perímetro Rural - Distância em Km									
---	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9
P 1	0	9,55	6,86	9,69	21,14	5,40	14,89	8,27	6,87
P 2	9,55	0	3,71	12,91	27,39	4,68	24,47	11,56	9,05
P 3	6,86	3,71	0	9,77	26,62	2,08	21,43	11,54	8,54
P 4	9,69	12,91	9,77	0	30,38	9,92	17,01	17,96	15,72
P 5	21,14	27,39	26,62	30,38	0	24,80	21,34	15,84	18,86
P 6	5,40	4,68	2,08	9,92	24,80	0	19,94	9,59	7,11
P 7	14,89	24,47	21,43	17,01	21,34	19,94	0	19,56	19,81
P 8	8,27	11,56	11,54	17,96	15,84	9,59	19,56	0	2,77
P 9	6,87	9,05	8,54	15,72	18,86	7,11	19,81	2,77	0

Tabela 18 - Matriz de espacialização da zona rural de Garanhuns.  
Fonte: Trabalho de campo, 2015.

Outro fato importante é a geocronologia das informações, logo, os resultados são respostas geoestatística para um conjunto de pontos de controle, em um determinado momento da relação espaço tempo. Partindo desse princípio, pode-se afirmar que dados oriundos de processos de interpolação, além de

georreferenciados são geocronológicos, ou seja, as relações entre tempo e espaço são indissociáveis. Portanto, a análise dos resultantes deve ocorrer levando em consideração esses dois parâmetros. Caso isso não ocorra, as interpretações serão ainda mais desfiguradas, posto que, uma fração significativa de informações não foi levada em consideração, induzindo o pesquisador e os futuros leitores desses dados a realizarem análises que destoam com a possível realidade.

As expressões “possibilidade, probabilidade, erro e incerteza” estarão sempre presentes nos procedimentos de modelagem. Conforme já foi mencionado, é impossível estruturar um cenário na sua íntegra, ponderando todas as suas variáveis de forma correta, logo, essa tarefa transcende os limites intelectuais e tecnológicos da humanidade. No caso específico da tecnologia, mais especificamente dos SIGs, as interpolações das variáveis são feitas levando em consideração distâncias euclidianas. Tendo como eixo balizador, a lógica de que a menor distância de um ponto para outro é uma linha reta, princípio esse, que as informações geográficas tendem a não seguir. Para tanto, basta pensar em um condomínio fechado ao lado de uma favela (separado apenas por um muro), seguindo o pensamento euclidiano estão próximos, mas, levando em consideração as barreiras sociais existentes entre essas classes, existe uma barreira quase que intransponível (impedância socioeconômica).

De acordo com Ferreira (2014), as impedâncias espaciais podem ser associadas a vetores de deslocamento cujos comprimentos são maiores que os do esforço mínimo ou custo menor - este denominado vetor da distância euclidiana. O conceito de dissimilaridade entre distâncias desencadeia uma dualidade entre o espaço euclidiano (isomórfico e regular) e o geográfico (heteromórfico e irregular).

A síntese geoespacial supramencionada, teve como finalidade situar o leitor em relação ao viés teórico e metodológico que o presente trabalho segue, tornando assim a leitura e análise das informações menos complexa e mais plausível. Logo, preocupou-se em realizar um caminho teórico que evidenciasse as incertezas ou lacunas, mas, não com a finalidade de questionar ou até mesmo minimizar o valor dos dados geoestatísticos e sim com o objetivo de tornar claro e evidente que a verdade numérica (oriunda dos processos geoestatísticos) não existe. O que pode haver é uma possível realidade para um conjunto específico de variáveis e desde que as mesmas sigam o mesmo padrão comportamental, esperados pelo

pesquisador que as modelou.

Por conseguinte, as correlações entre albedo e temperatura ocorreram em consonância com os intervalos temporais estabelecidos para as análises dessas duas variáveis de forma indissociada.

Em 1987, as isotermas registraram mínima de 15 e máxima de 35°C (Figura 36 A). Já para o albedo, o menor índice foi de 2,6 e o maior de 5,6% (Figura 36 B). Examinando de forma panorâmica os resultados do mapeamento temático (temperatura), verifica-se uma progressiva espacialização das isolinhas, semelhante ao efeito de ondas, tendo como centro difusor a porção do quadrante sudeste e dispersando para noroeste. Dentro dos limites da poligonal municipal sobressaem as temperaturas entre 23 e 35°C, configurando uma amplitude térmica de 12°C. No centroide da feição geométrica, local onde se encontra situado o perímetro urbano principal, encontram-se as temperaturas mais elevadas, situadas entre 27 e 35°C, com variação termal de 8°C entre as classes. Fica latente que as temperaturas mais elevadas estão situadas justamente nas áreas com maior interferência antropogênica. No caso em questão, a maximização do perímetro urbano.

No que concerne ao albedo, as isolinhas especializam-se no sentido horizontal e vertical, mas, com ênfase para o segundo, porém, a propagação ocorre dos subquadrantes SSO/SSE, dentro dos domínios urbanos as reflectâncias compreendidas entre 2,6 e 3,2% são predominantes. Constata-se que os albedos possuem os maiores índices, à medida que estão mais distantes das localidades sob maior interferência antropogênica, com valores de vão de 3,8 a 5,6%.

Correlacionando as variáveis albedo e temperatura, constatou-se que os locais com maior interferência antrópica apresentaram temperaturas mais elevadas e menor capacidade de refletir a luz solar, configurando um cenário termal singular em relação as áreas com menor grau de interferência, ou seja, formou uma ilha de calor.

Segundo Mendonça (2013), a formação de condições climáticas intraurbanas, oriundas diretamente da heterogeneidade tanto do sítio quanto da estruturação, morfologia e funcionalidades, pode vir a gerar paralelamente ao clima da cidade, bolsões climáticos diferenciados, dentre eles estão as ilhas de calor.

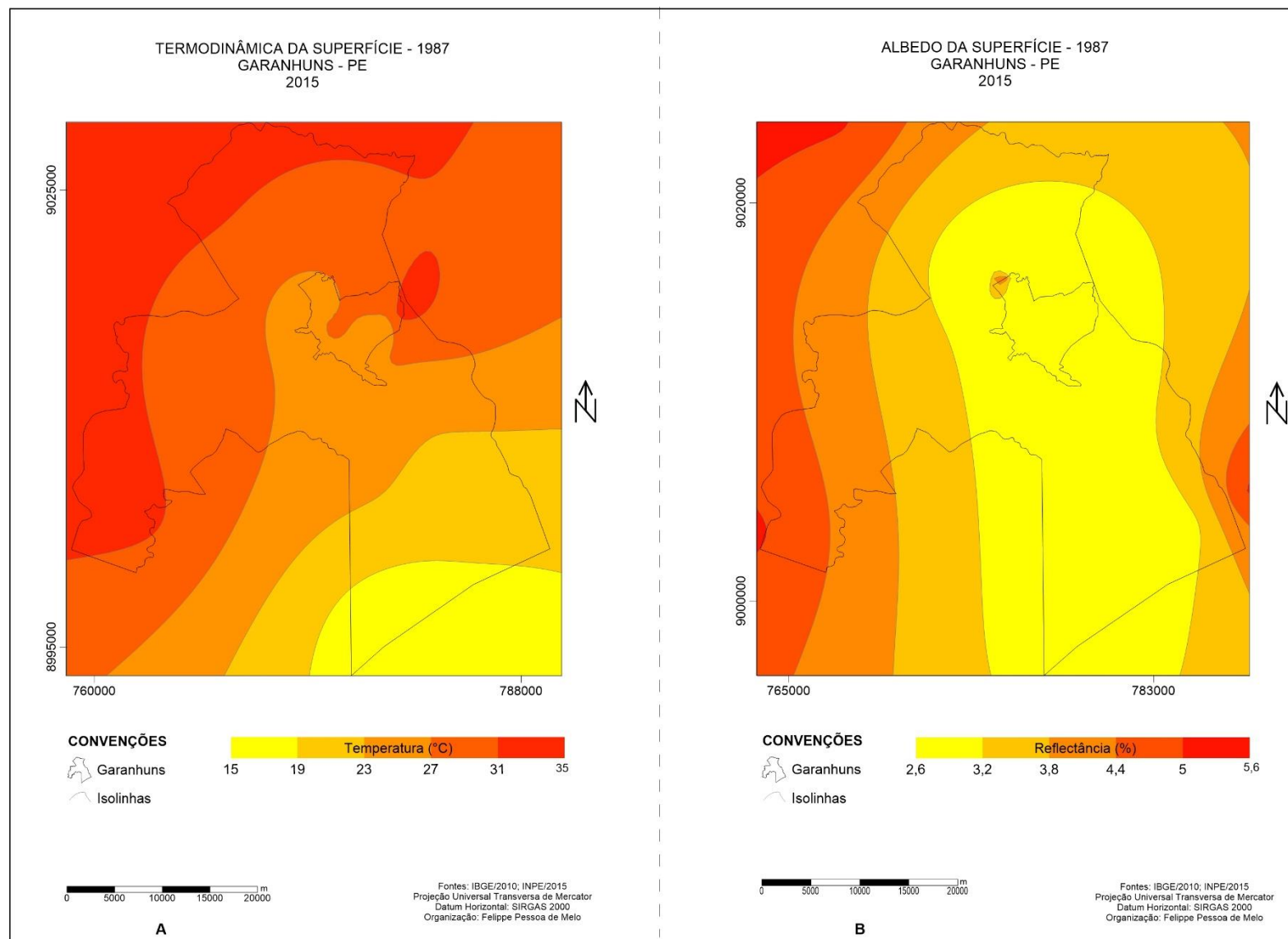


Figura 36 - A, isotermas de Garanhuns e adjacências em 1987; B, reflectância de Garanhuns e recôncavos em 1987.



No intervalo temporal subsequente (2001), a mudança do perfil dos fenômenos geofísicos é latente. No caso da termodinâmica (Figura 37 A), as temperaturas variam de 17 a 28,5°C, com uma média de 22,7°C, tendo uma amplitude de 11,5°C. Comparando com os dados de 1987, observa-se que ocorreu redução das temperaturas de 3,7°C, isto é, comparando apenas as diferenças entre as médias termais, mas, analisando de maneira mais aguçada, percebe-se que mesmo 1987 apresentando médias mais elevadas do que 2001, suas isotermas estavam distribuídas de forma mais especializada e suas temperaturas tendiam a cair 4°C, à medida que se afastavam de sudeste para noroeste, ou seja, as temperaturas mais baixas estavam nas áreas de predomínio de mata atlântica, e as mais elevadas nas de cobertura vegetal hipoxerófila. Faz-se necessário lembrar que o referido município fica situado em um ecótono, sendo um local de transição entre a Zona da Mata e Sertão.

Já as isotermas de 2001 têm duas classes dominantes que apresentam temperaturas de 19,3 a 23,9°C, surgindo a presença de duas ilhas de calor, a primeira localizada nas coordenadas U TM de (o) 775049,8 m / (s) 9018238 m, com temperaturas mínimas de 23,9 e máxima de 28,5°C; a segunda fica situada a (s) ( o) 7788274,8 m e (s) 9020566 m e, tendo as temperaturas situadas de 23,9 a 26,2°C. Estando ambas inseridas nos limites do sítio urbano principal, em áreas adensadas com residências, esse fenômeno espacial ocorre principalmente, devido à proximidade desse setor em relação ao centro comercial principal.

O clima constitui-se em uma das dimensões do ambiente urbano e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento das questões ambientais nos municípios. As condições climáticas destas áreas, compreendidas como clima urbano, são resultantes das alterações nas paisagens naturais em detrimento de ambientes antropizados (MENDONÇA, 2013).

É lógico e evidente que a humanidade desde seus primórdios realiza modificações na natureza, independente das funcionalidades atreladas a esses novos espaços, porém, a falta de planejamento ou inadequabilidade deles as condições ambientais das áreas que estão no raio de alcance, materializam um cenário geoambiental desestruturado e caótico.

O processo de crescimento acelerado das cidades, sobretudo às localizadas nos países com disparidades econômicas e sociais mais marcantes, não foi acompanhado de um devido planejamento, o que gerou a criação de espaços de desigualdade dentro das metrópoles, onde as condições de vida de grande parte da população são agravadas, sendo obviamente, as pessoas com menores níveis socioeconômicos submetidas às condições de vulnerabilidade intrínsecas ao ambiente urbano (GOIS et al., 2014).

O espaço das cidades é hoje um objeto de disputas, sendo o processo de expansão urbana um fenômeno emblemático que suscita muitas observações contraditórias e convergentes, onde a devastação da natureza no meio urbano torna-se sua expressão lógica. As últimas décadas do século XX, e o início do século XXI foram marcadas pelo intenso debate sobre as questões ambientais, sobretudo os que dizem respeito aos problemas ambientais urbanos. Tais fatos ocorrentes no espaço das cidades dão-se de maneira mais enfática em consequência dos diversos tipos de uso do solo, gerando deste modo, múltiplos fenômenos problemáticos no ambiente citadino, sendo o processo de devastação das áreas verdes um dos vilões deste processo. (GOIS et al., 2014, p.25)

No caso do albedo de 2001 (Figura 37 B), o menor índice foi 3% e o maior 6,5%, resultando em uma média de 4,7%, com amplitude de 3,5%, confrontando com a reflectância de 1987 ocorreu um aumento de 0,6%. Contudo, isso não significa um conforto termal maior, conforme já foi explicitado pelos dados termais. O que a priori é um contrassenso, já que, mais luz está sendo refletida. Com a finalidade de confrontar essa disparidade, realizou-se uma visita *in loco* dos pontos coletados via GPS, e verificou-se que: no sítio urbano, as residências mais antigas utilizavam telhados de cerâmica marrom, mas, com o transcorrer dos anos esses materiais foram substituídos por coberturas com tonalidades mais claras; já nas áreas rurais ocorrem duas situações ambas ligadas à remoção da cobertura vegetal e consequentemente exposição dos solos, a primeira, expôs solos com a grande presença de areia oriunda de quartzo cristalino ou leitoso (na transição para o Sertão), e a segunda, introdução de vegetação secundária com tons de verdes mais amenos que a primária.

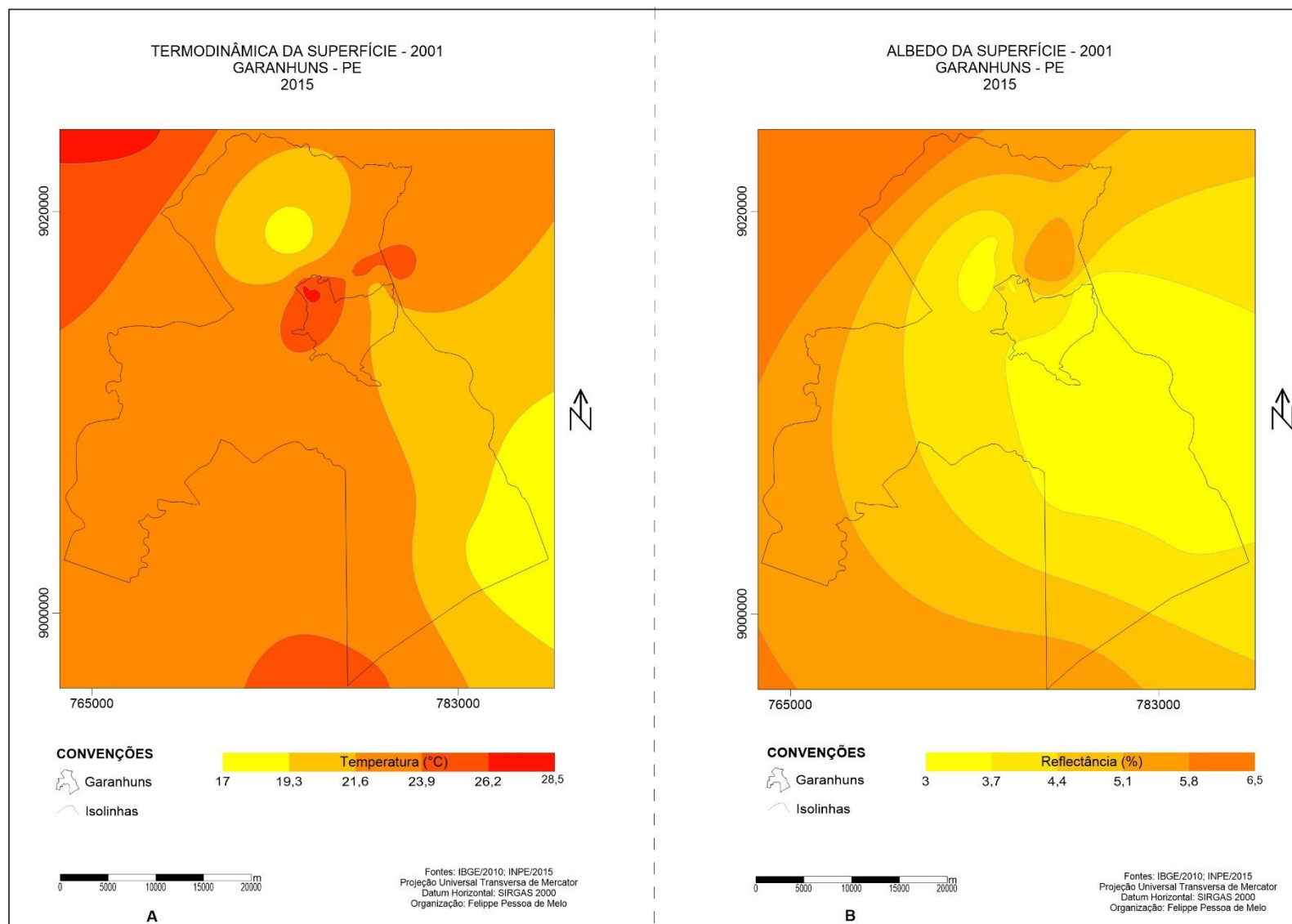


Figura 37 - A, isotermas de Garanhuns e adjacências em 2001; B, reflectância de Garanhuns e recôncavos em 2001.

Em 2010 (Figura 38 A), as temperaturas variam de 18 a 30,5°C, formando uma média de 24,2°C, e amplitude 12,5°C, comparando com 2001 a média geral maximizou-se 2,5°C, ocorrendo também uma maior espacialização da isoterma dominante, compreendida entre 23 e 25,5°C. Em relação às duas ilhas de calor explicitadas em 2001, fundiram-se formando uma área com temperaturas entre 25,5 e 30,5°C. Observa-se também que paralelo ao aumento das temperaturas ocorreu a maximização do adensamento residencial, validando as afirmativas acima explicitadas, no tocante a intrínseca relação entre crescimento e adensamento do perímetro urbano e a ampliação das temperaturas, no caso, foram ilhas de calor.

No caso do albedo do referido ano (Figura 38 B), o menor índice foi 2,5% e o máximo de 12,5%, dando origem a uma disparidade de reflectância de 10%, e média de 7,5%, caracterizando um aumento 2,8% em se comparando com 2001. Novamente segue a tendência de maximização da reflectância juntamente com as temperaturas, devido à ampliação dos fenômenos discutidos no intervalo temporal de 2001. Deve-se deixar bem claro que a maximização do albedo não é sinônimo de redução da temperatura, muito pelo contrário. Porém, no caso em questão, ocorreram modificações nas propriedades físico-químicas dos alvos, porém, caso as características tivessem sido mantidas a maximização dos índices implicaria na redução das temperaturas.

Mudanças nos processos de trocas de energias nas paisagens são comuns. Sendo ela dinâmica, ou seja, fazem parte do ciclo natural, entretanto, quando as ações antropogênicas atuam de forma incisiva tende a ocorrer modificações e/ou acelerar o andamento natural desses fenômenos, causando assim desequilíbrios geoambientais, os quais comprometem tanto a sociedade quanto o meio ambiente.

É óbvio que os parâmetros utilizados não dão conta por si só de explicar as mudanças nas inter-relações entre os fenômenos ocorridos na paisagem, mas se configuram como importantes variáveis para subsidiar as análises. Conforme já foi explicitado no referido trabalho, a humanidade é incapaz de compreender (em sua plenitude) as complexas interações entre os distintos elementos que constituem a paisagem, sendo possível apenas analisar possíveis resultantes com base em conjecturas balizadas por ponderação e/ou hierarquização de variáveis pertinentes à pesquisa.

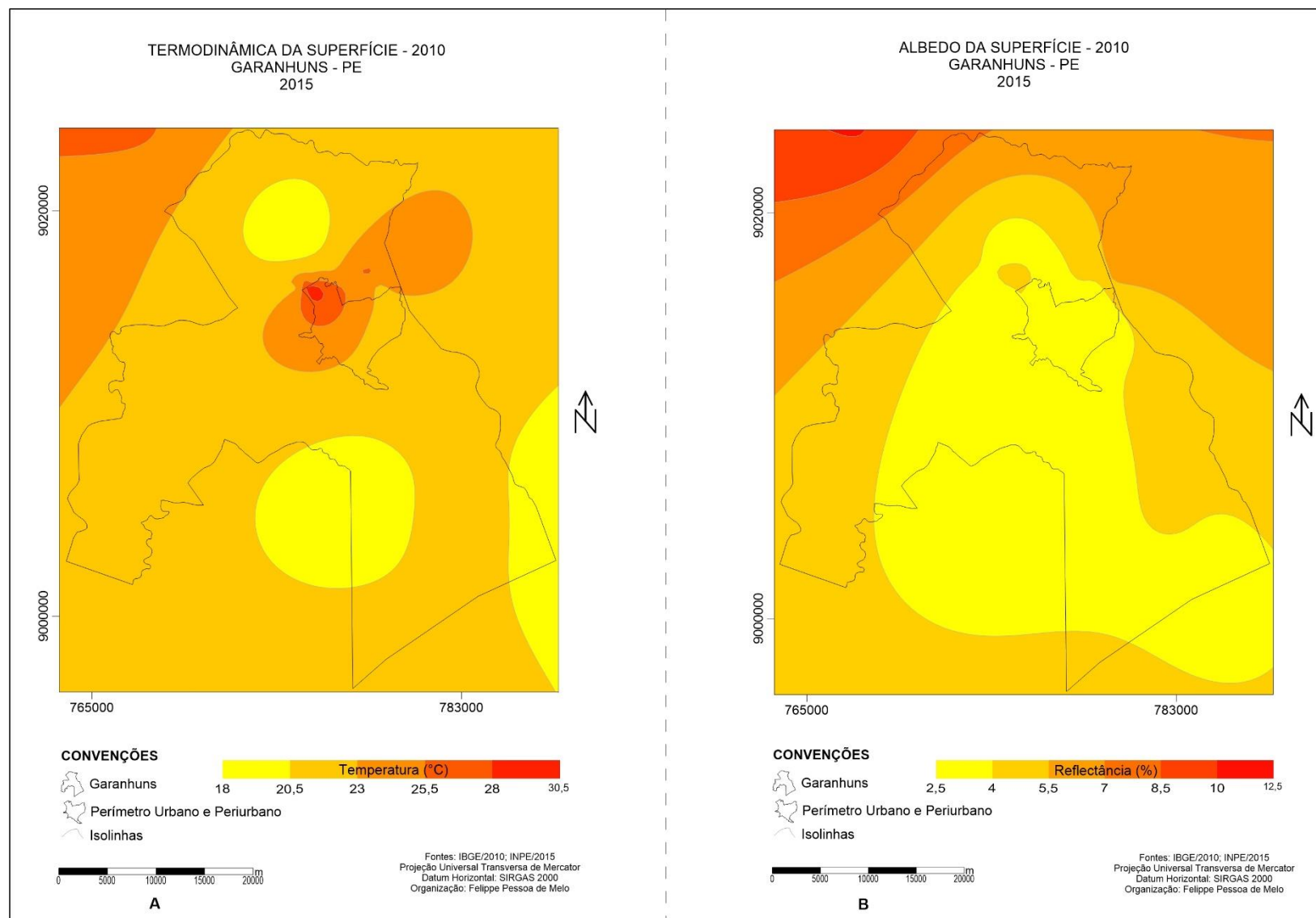


Figura 38 - A, isotermas de Garanhuns e adjacências em 2010; B, reflectância de Garanhuns e recôncavos em 2010.

#### 4.1.5 Eventos Pluviométricos Atípicos e suas Inter-relações com o Modelo de Uso e Ocupação do Solo

Dentre os eventos climáticos extremos e/ou atípicos transcorridos no sítio urbano da área em questão destacam-se a precipitação ou a escassez da mesma. Entretanto o referido trabalho focará na precipitação extrema, devido a suas intrínsecas relações com a maximização do grau de risco geoambiental. Conforme os dados supracitados, o sítio urbano está assentado em um modelado marcado por geoformas com elevadas amplitudes topográficas, com a presença de vales de fundos aplainados entre elas, possui um sistema climático atípico, ou seja, com precipitações elevadas para região. Conjunto de fatores que torna a área um palco propício para fenômenos espaciais relacionados ao risco geoambiental.

A ampliação de áreas impermeabilizadas, devido ao processo de crescimento urbano, repercute na capacidade de infiltração das águas no solo, potencializando o escoamento superficial, a concentração de enxurradas e a ocorrência de cheias. Afeta, também, o funcionamento do ciclo hidrológico, pois interfere no rearranjo dos armazenamentos e na trajetória das águas (VIEIRA; CUNHA, 2014 apud CHRISTOFOLETTI, 1993, p.131).

Ao passo que a poligonal urbano foi sendo assentada, não se levou em consideração as especificidades físicas do ambiente, nem tão pouco a necessidade de futuros processos de expansão do perímetro urbano. De forma que, as encostas e fundos de vales passaram a ser utilizados como locais para o descarte dos rejeitos urbanos, o que mais tarde viria a acarretar diversos problemas geoambientais para população local. Com o transcorrer das décadas o perímetro urbano foi se ampliando de forma lenta quase imperceptível com raros momentos de exceção, como no caso da implantação da estação ferroviária inaugurada em 1887.

Entretanto com a implantação da política nacional de erradicação do café em áreas consideradas com baixa produtividade (IBC - 1965), o município passe a sofrer uma drástica mudança no se processo de uso e ocupação do solo, pois com a erradicação do café (para fins comerciais regionais e nacionais) e sua substituição pelo gado leiteiro, deixa quase de forma imediata de ter uma população predominantemente rural para se ter uma urbana. Lembrando que a pecuária não

necessitava de grandes contingentes populacionais nem tão pouco da figura do agricultor.

Tem em vista que o sítio urbano já estava assentado, consolidado e que os novos moradores não tinham condições financeiras de fixarem moradias em áreas que já possuíam a infraestrutura necessária, passaram a fixar suas residências e praticar agricultura de subsistência nas encostas dos vales, as quais já eram utilizadas para o descarte de rejeitos residenciais, que também foram aproveitados pelos oriundos do campo como fonte permanente de água para suas plantações. Dinâmica de uso e ocupação do solo que só veio a comprometer ainda mais o equilíbrio das vertentes. Fenômeno socioespacial esse que só viria a se agravar com o transcorres do tempo.

Adicionando a esse cenário caótico do ponto de vista geoespacial e geoambiental o fato de que o município possui um sistema climático atípico para região, ou seja, com elevados índices pluviométricos e temperaturas amenas (Gráfico 09), tem-se o palco ideal para o risco geoambiental.

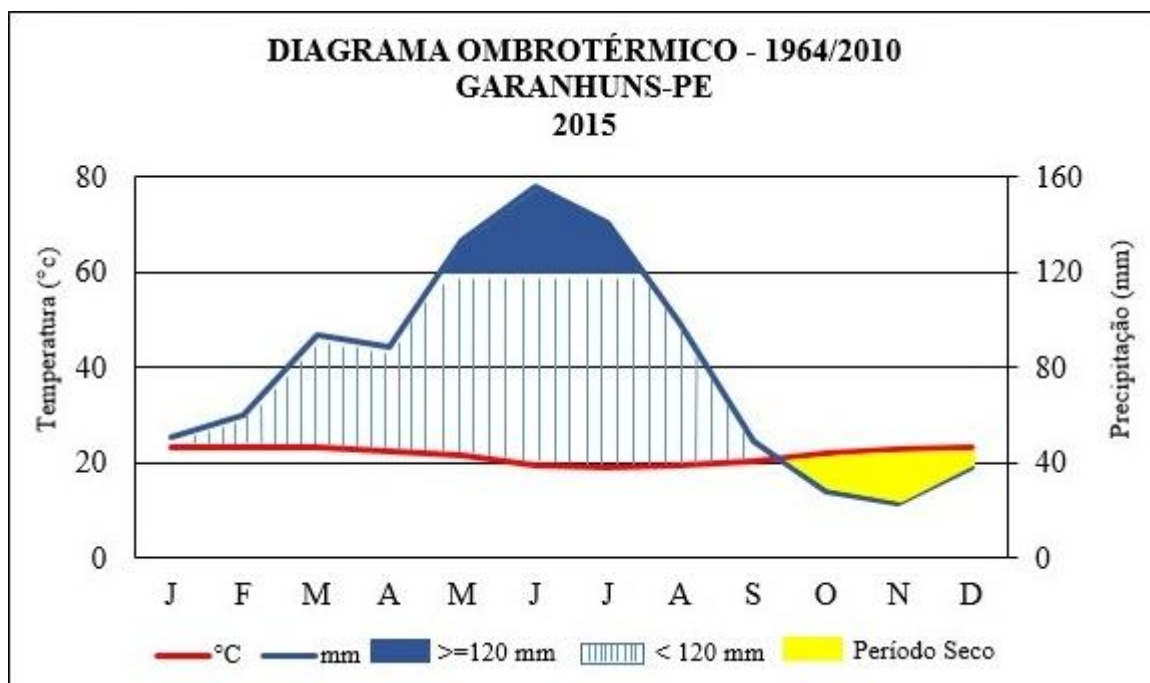


Gráfico 09 - Sistema pluviométrico de 1964 a 2010.  
Fonte: INMET, 2013.

Conforme pode ser analisado no gráfico logo acima, de meados de setembro ao fim de dezembro ocorre o período seco, de janeiro a abril o volume pluviométrico vai se ampliando de maneira paulatina, no quadrimestre maio/agosto corre o ápice do período chuvoso com precipitações que excedem os 120 mm. Deve-se ressaltar que os dados provenientes do diagrama ombrotérmico podem mascarar padrões de precipitação que destoam com o perfil acima descrito (Gráficos 10 a 12), consequentemente desencadeando modificações nos padrões dos riscos geoambientais, logo eles estão diretamente atrelados aos índices de precipitação. Objetivando analisar essas variações, optou-se por escolher três séries pluviométricas que demonstrassem de forma clara essas disparidades, de forma a contemplar um intervalo temporal (ano) com chuvas acima da média, outro abaixo e um com valores próximos das medidas obtidas pelo diagrama ombrotérmico.

Em 1988 (Gráfico 10), a precipitação média foi de 81,40 mm, ficando 1,35 mm acima da média, superficialmente aparenta ser uma série histórica semelhante às médias obtidas entre 1964/2010. Mas analisando os dados de forma mensal, observa-se que o bimestre junho/julho obteve uma média de 193,45 mm.

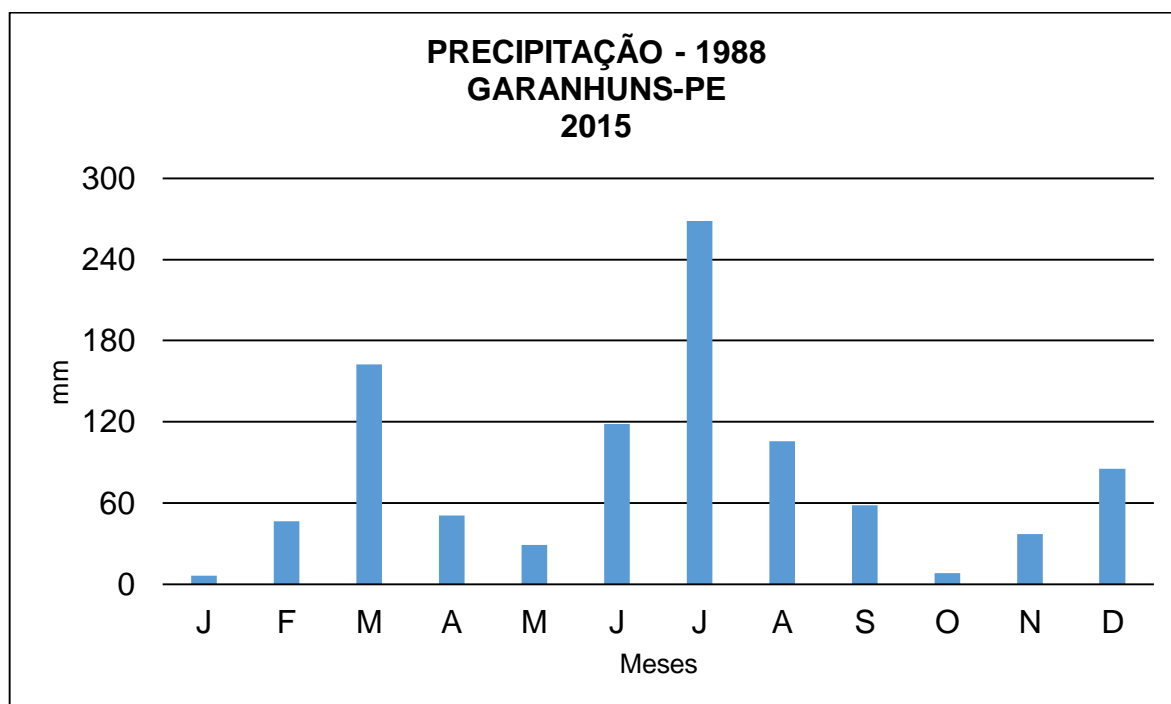


Gráfico 10 - Sistema pluviométrico em 1988.  
Fonte: INMET, 2013.



Já em 1998 (Gráfico 11), caracteriza-se como o ano com a menor média pluviométrica do município com apenas 33,77 mm, ficando 42,18% abaixo da média obtida com os dados de 1964 a 2010, mesmo assim, o trimestre junho/agosto apresentou uma média de 89,2 mm.

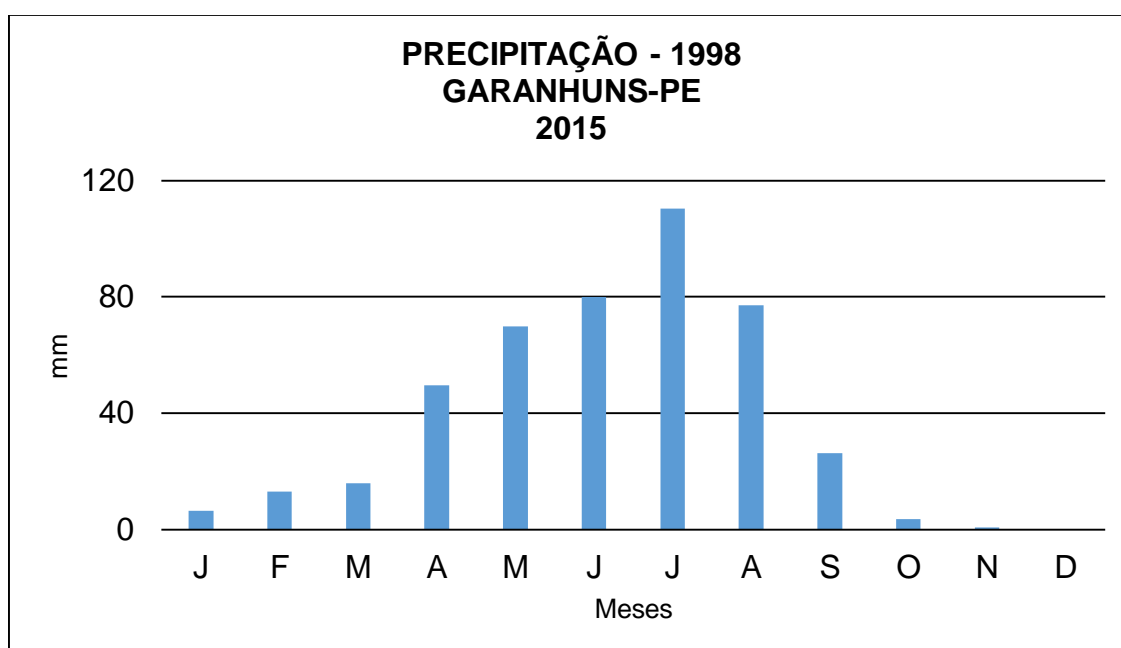


Gráfico 11 - Sistema pluviométrico em 1998.  
Fonte: INMET, 2013.

No ano de 2010 (Gráfico 12), ocorre a maior média das séries históricas com 120,53 mm, ficando 50,56% acima da média do intervalo temporal de 1964/2010. Destacando-se o trimestre junho/agosto com uma precipitação média de 229,3 mm, com ênfase para o mês de junho com 427,50 mm, caracterizando como o mês mais chuvoso de toda a série meteorológica analisada.

Os dados apresentados deixam evidenciado que desde os anos com pluviometria abaixo da média até os acima dela, existe no transcorrer do ano períodos com precipitação elevada. Fenômeno climático, conforme já explicitado, está diretamente relacionado ao risco geoambiental no sítio urbano, principalmente nas áreas de encostas e fundos de vales.

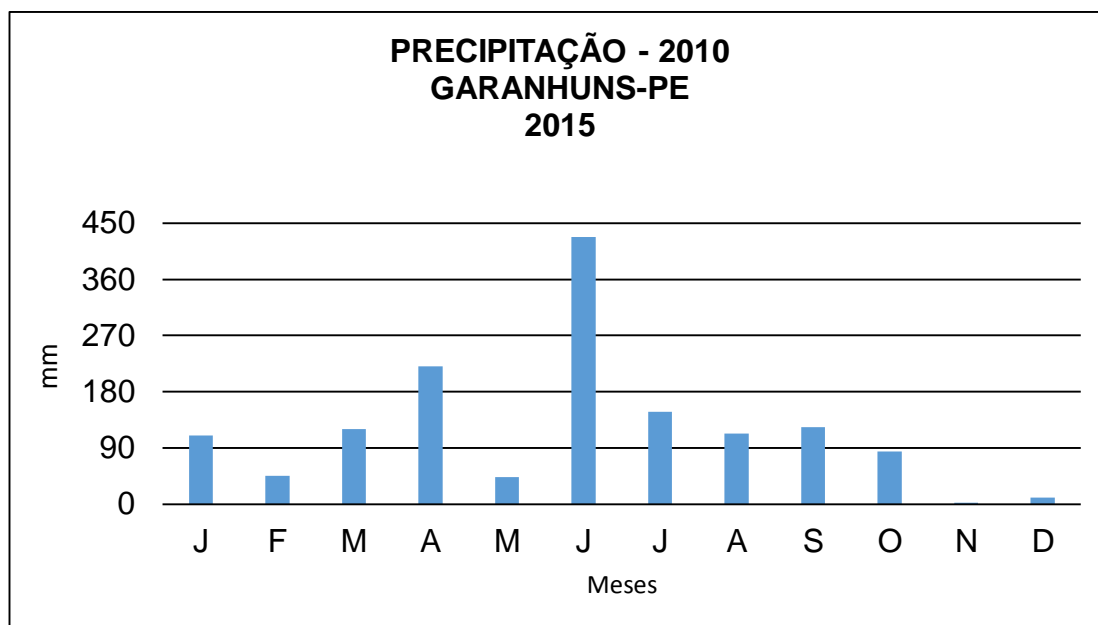


Gráfico 12 - Sistema pluviométrico em 2010.  
Fonte: INMET, 2013.

Levando em consideração as características topográficas do relevo, ou seja, elevadas amplitudes topográficas, geoformas que podem ultrapassar 1.030 m de altitude, mais os intensos processos de impermeabilização do solo, mudança na geometria das encostas, direcionamento e concentração do fluxo hídrico superficial em pontos específicos das vertentes. Conjunto de fatores que por si só já implicam risco geoambiental durante todo o transcorrer do ano, mas com a chegada das chuvas amplia-se a probabilidade de eventos físicos que coloquem em risco a população, principalmente a de menor poder aquisitivo.

Os habitantes que possuem uma maior renda, apesar de que em muitos os casos ocupam áreas semelhantes do ponto de vista das especificidades supramencionadas estão menos susceptíveis ao risco, pois caso as residências venham a apresentar problemas estruturais graves eles as evacuam quase imediatamente. Já a população carente permanece na residência, independente do risco que ela está ofertando, pois em sua maioria não possuem outro lugar para ir, ou seja, só a desocupam quando o fenômeno de ruptura estrutural da residência em plena magnitude. Deve-se deixar claro que as chuvas apesar de agirem atualmente com maior intensidade na dinâmica de equilíbrio das encostas, a mesma não pode ser considerada culpada logo é um fenômeno natural o qual já ocorria até mesmo

antes da existência da espécie humana. Sendo assim o erro encontra-se no modelo de uso e ocupação do solo implantando.

Segundo Araujo et al., (2014), a estabilidade das encostas é regulada por variáveis topográficas, geológicas e climáticas que controlam a força de cisalhamento e resistência ao cisalhamento em uma vertente. As encostas deslizam quando a força ultrapassa a resistência ao cisalhamento ao longo de um plano de deslizamento crítico. O fator de segurança de uma encosta é definido como a razão entre a força de cisalhamento e resistência a ele, ao longo de uma superfície de cisalhamento. Ela também demarca o limite entre o solo estável e o em movimento. O termo deslizamento, implicitamente, especifica um movimento relativo entre os dois. Qualquer variável ou fator que aumente a força de cisalhamento ou pelo contrário, diminua a resistência ao cisalhamento tenderá a causar um movimento na vertente. As causas de instabilidade ou rupturas nas encostas foram agrupadas em duas categorias por Varnes (1958) (Tabela 19).

No caso do perímetro urbano a estabilidade das encostas fica comprometida principalmente pelo aumento da tensão exercido sobre elas, com ênfase para os itens os dois primeiros fenômenos explicitados na tabela logo abaixo (Figuras 39 e 40).

<b>Cisalhamento</b>	
Aumento de Tensão	Diminuição da Resistencia
Encosta sobrecarregada (estruturas e preenchimentos no topo)	Aumento na poropressão, o que reduz a tensão efetiva (infiltração das águas pluviais na encosta, vazão descontrolada da água dos
Remoção do apoio lateral (cortes e escavações no sopé)	Presença de argilas dilatadas (absorção d'água com perda de coesão intrínseca)
Mudanças rápidas no nível d'água adjacente à encosta	Intemperismo e degradação físico-química (troca de íons, hidrólise...)
Aumento na tensão lateral (rachaduras e fissuras preenchidas pela água)	Falha progressiva pelo enfraquecimento da tensão de cisalhamento.
Terremotos (aumento na força condutora encosta abaixo)	-----

Tabela 19 - Força atuante no cisalhamento. Adaptada.  
Fonte: ARAUJO et al., (2014 apud GEO-RIO, 2000, p.104).



Figura 39 - Vertente sobrecarregada pela fixação de residências.  
(Coordenadas geográficas do centro da figura - S 8° 53' 15", O 36° 29' 53")  
Fonte: Trabalho de campo - 13/07/2014.



Figura 40 - Corte retilíneo na base da encosta.  
(Coordenadas geográficas do centro da figura - S 8° 52' 39", O 36° 29' 34")  
Fonte: Trabalho de campo - 26/05/2012.

O conhecimento sobre erosão e conservação dos solos tem crescido rapidamente nas últimas décadas. As causas e efeitos biológicos e físicos da erosão são cada vez mais bem conhecidos e os métodos de proteção dos recursos dos solos são mais bem conhecidos também. No entanto, a erosão continua espalhada por todo o mundo e a adoção de práticas conservacionistas ainda continua limitada. Isto se deve, em parte, a restrições socioeconômicas. Dessa forma, o conhecimento dos fatores socioeconômicos e das políticas públicas associadas, possui um papel importante na conservação dos solos. Ou seja, há que se considerar esses fatores, porque, na grande maioria dos casos, eles podem atuar em conjunto com as causas ambientais, resultantes na erosão (GUERRA; JORGE, 2012).

Nesse contexto, observa-se que para ocorrer o processo de mitigação do risco geoambiental, faz-se necessário não apenas a compreensão da dinâmica dos ditos elementos físicos da paisagem, mas também o entendimento dos fatores socioeconômicos. O equilíbrio entre essas duas variáveis é a chave para implantação de um processo de uso e ocupação do solo condizente com as singularidades físicas da paisagem e as necessidades sociais e econômicas. Não adianta a implantação de políticas de ordenamento territorial que priorizem apenas uma das variáveis acima citadas. Ao passo que uma é priorizada, as disparidades entre elas só vêm a si maximizar, ou seja, exponenciando ainda mais a problemática.

## CAPÍTULO 5: USOS E CONTRA-USOS DA PRODUÇÃO DE ÁREAS DE RISCO URBANO

### 5.1 Atividades Agrárias de Subsistência nas Encostas e Fundo de Vales no Perímetro Urbano

Não é incomum a utilização das vertentes e dos fundos de vales para prática de agricultura familiar e criação extensiva de animais na área em questão, com ênfase para primeira (Figura 41). Atividades essas que contribuem para ampliar a susceptibilidade natural dessas feições aos processos erosivos, principalmente os deslizamentos nas vertentes e a erosão linear nos fundos dos vales. Conforme já foi mencionado, as geoformas situadas nos domínios urbanos são marcadas por elevadas amplitudes topográficas, o que naturalmente já amplia a susceptibilidade aos processos erosivos, principalmente os gravitacionais. E os Fundos dos vales são achatados, os quais servem de zonas de amortecimento. Entretanto ambas as unidades do relevo estão tendo sua dinâmica natural comprometida, devido à implantação de um modelo de uso e ocupação do solo incompatível com as singularidades físicas do ambiente. Contexto agravado com a chegada dos períodos chuvosos.

A forma do vale e o seu traçado estão em função da sua estrutura, da natureza das rochas, do volume do relevo, do clima e também da fase que se encontra dentro do ciclo morfológico. Em última análise o formato de um vale de erosão depende sempre da relação entre resistência das rochas e força de erosão (GUERRA; GUERRA, 2001).

A estabilidade das vertentes depende de intrínsecas relações entre os mais distintos elementos da natureza, dentre eles destacam-se: o clima, solo, cobertura vegetal, amplitude topográfica e o homem. Deve-se enfatizar que o referido trabalho considera o homem como um elemento da natureza assim como solo, vegetação, clima, relevo, animais entre outros. Porém ciente de que aquele é o único com capacidade/intelecto capaz de moldar e/ou adaptar o ambiente para atender melhor suas necessidades em espaços de tempos curtos (dias, meses, anos...), ou seja, em espaços temporais inferiores a uma geração. Capacidade nem sempre ocorrida em



harmonia com os demais elementos, desencadeando resultantes negativos em detrimento de necessidades mais latentes no momento, sobretudo a necessidade de complemento da renda através de agricultura familiar.



Figura 41 - Atividades agrárias de subsistência em encostas e fundos de vales.  
(Coordenadas geográficas do centro da figura - S 8° 53' 51", O 36° 30' 09")  
Fonte: Trabalho de campo - 03/05/2015.

Tal procedimento não justifica a degradação ambiental, mas introduz mais uma variável nesse contexto, a irracionalidade, ou melhor, a exacerbação do individualismo da sociedade dita civilizada, a qual gera grandes massas de excluídos (consumidores de baixo impacto na economia) a terem que desenvolver atividades alternativas de sobrevivência, mesmo que estas gerem impactos ambientais. Deve-se deixar bem claro que o referido trabalho não está transferindo a culpa da degradação ambiental para os pequenos produtores, logo é claro e evidente que seu impacto na degradação ambiental mundial é mínimo em se comparado aos grandes grupos comerciais, podendo citar como exemplo os impactos do agronegócio no bioma do cerrado. Apenas tem como âmagô no presente capítulo, analisar o comprometimento da estabilidade das encostas devido ações antropogênicas que não envolvam apenas assentamento urbano, logo isso deixaria subentendido que encostas instáveis estão ligadas apenas a ações

antropogênicas de fixação de moradias. Outra questão a ser explicitada é que também não se pretende balizar a temática da perspectiva de que a agricultura familiar é nociva para o meio ambiente. Logo, apenas a maneira/modo é o local onde ela está sendo conduzida é que não é síncrono com as especificidades do ambiente.

Preservar a vegetação nativa das encostas não acaba com o processo de erosão, pois ele é constante e inevitável, entretanto a presença da vegetação mitiga/retarda esse fenômeno, o qual nessas áreas pode desencadear riscos para população devido à possibilidade de deslizamentos, soterramentos, contaminação hídrica, entre outros.

A vegetação em áreas urbanas pode exercer uma série de funções como conservação de biótopos, elemento purificador da atmosfera pela fixação de forma mecânica de partículas suspensas, proteção do solo e de cortes de aterros, criação de microclimas benéficos ao ser humano, reflexão e desvio de ruídos, ampliação da capacidade de assimilação de biomassa; no plano estético, a vegetação facilita a relação ser humano-natureza por meio de adequada distribuição e composição de cenários, integra espacialmente ruas e a cidade, fornece anteparo visual para construções desordenadas, entre outros benefícios (NUCCI, 2001 apud GOIS et al., 2012, p.726-727).

Abaixo das vertentes encontram-se os vales, recebendo toda a carga de material proveniente dessas feições, no caso em questão, o transporte de material e a força de arremete da água são maximizados, associando essa que prejudica a exfiltração das nascentes, dificulta a permanências a sobrevivência da vegetação nativa, serve de catalisador ou para doenças de veiculação hídrica, amplia o processo de deposição de sedimentos nos leitos dos cursos d'água, compromete a instabilidade do sopé da vertente, entre outros fenômenos.

Conforme pode ser observado, os distintos elementos que compõe a paisagem estão interligados e produzem resultantes através de suas correlações que dependem de um ténue equilíbrio, de maneira que a mais simples modificação e/ou intervenção em um deles pode vir a desencadear fenômenos que comprometam a integridade do ambiente. O qual tende a encontrar o equilíbrio caso as ações antropogênicas sejam realizadas em compatibilidade com o mesmo ou que



ele passe a ser preservado, entretanto as modificações sofridas pelo ambiente jamais poderão vir a ser restituídas, logo cada fração da paisagem é única espacial e temporalmente. O patrimônio geomorfológico é único, portanto imensurável, e sua preservação não estar associada apenas a fins estéticos/paisagísticos, mas também ao bem-estar da sociedade.

No caso da agricultura familiar nas encostas e fundos de vales não existe compatibilidade com as especificidades do meio, desta maneira a continuidade delas só virá a comprometer ainda mais a estabilidade do ambiente. Em relação às atividades pastoris os fundos de vales podem ser utilizados, desde que a capacidade de recuperação do ambiente frente a essa prática não seja superada. Em ambas as situações a segurança geoambiental fica diretamente relacionada a medidas que envolvem rupturas com determinadas práticas agrárias, o que consequentemente geram conflitos socioespaciais.

Contexto que deixa bem evidenciado que o ambiente físico não é um sistema fechado no qual seus processos e resultantes estão assíncronos a sociedade, muito pelo contrário, cada vez mais as ações antropogênicas vêm maximizando seu grau de interferência em intervalos temporais que tendem a diminuir. Assim sendo tentativas de compreender o ambiente físico apenas no que concerne às inter-relações entre os seus elementos torna-se ineficaz, isto é, da perspectiva do planejamento geoambiental.

O que não quer dizer que estudos diretamente relacionados aos aspectos físicos não são importantes, ou seja, a não compreensão dessas singularidades acarreta pesquisas de síntese, e por conseguintes entendimentos distorcidos e/ou controversos do ambiente, comprometendo o entendimento no que concerne a uma possível utilização de seus recursos e/ou preservação deles.

#### 5.1.2 Descarte de Resíduos Sólidos e Efluentes nas Encostas e suas Consequências

Devido às especificidades topográficas do modelado de Garanhuns, ou seja, paisagem marcada por elevadas amplitudes topográficas com a presença de vales

entre elas e superfícies de aplainamento ao passo que se afasta da poligonal urbana, as vertentes e os fundos dos valares passaram a ser áreas atrativas para o descarte dos dejetos antropogênicos. Dinâmica não vista como nociva ao ambiente físico nem tão pouco ao homem, logo o sítio urbano era pequeno e concentrado nas imediações da igreja matriz (Catedral).

Entretanto com o transcorrer das décadas o assentamento urbano foi crescendo e conseqüentemente as pressões nesses ambientes, tornando-as mais visíveis/perceptíveis, e desta forma passando a se tornar motivos de preocupações para sociedade. A humanidade por muito tempo usou os recursos da natureza como se eles fossem inesgotáveis e no caso do solo para fixação de moradias como se o mesmo comportasse as mais distintas pressões (descarga de esgoto, desagregação do regolito, compactação...) sem que ele viesse a ofertar algum risco ao homem, seja de maneira direta ou indireta. Em Garanhuns não foi diferente, por conseguinte ocorreu a degradação do meio a um ponto que a sua recuperação se tornou imprescindível para segurança da sociedade.

Porém as medidas necessárias envolvem ônus para os cofres públicos e, por conseguinte para sociedade, de forma que as ações realizadas não objetivam a resolução do problema e sim a transferência de lugar ou uma singela mitigação. Um exemplo clássico da afirmativa logo acima é o destino dado a grande parte dos esgotos residenciais e as águas das chuvas.

Atualmente o descarte de dejetos sólidos residenciais e comerciais ocorre principalmente com a finalidade de maximização ou estabilização das áreas de encostas, ao passo que os moradores deduzem que essas novas áreas estão estabilizadas passam a serem utilizadas para maximização da poligonal residencial, e o ciclo se repete continuamente. No caso do descarte de dejetos residenciais (sólidos) propriamente ditos, eles são recolhidos pelo sistema público/terceirizado de coleta e destinados a um aterro sanitário, localizado na BR 242 no sentido da cidade de Arcoverde-PE. De acordo com a CPRH (2014 apud TCE, 2015, p.1), o referido aterro sanitário operou de forma regular até 2013.

Isso não significa que a prática de utilização das vertentes para o descarte inadequado de rejeitos residenciais tenha acabado, o que ocorreu foi uma mitigação

da atividade, não sendo incomum localizar na paisagem resultantes dessas atividades.

Adicionando a essa problemática a questão do descarte dos fluxos hídricos residenciais e das águas das chuvas diretamente nas encostas (Figura 42), tem-se um cenário adequado para eventos relacionados a movimentos de massas, degradação dos solos, contaminação hídrica e propagação de doenças de veiculação hídrica. A priori dos fenômenos supracitados o que é mais latente/evidente no âmago da sociedade são os movimentos de massas, pois são eventos de fácil percepção e geralmente estão atrelados a perdas financeiras e/ou de vidas.



Figura 42 - Direcionamento de fluxo hídrico para vertente.  
(Coordenadas geográficas do centro da figura - S 8° 53' 27", O 36° 28' 43")  
Fonte: Trabalho de campo - 06/12/2011.

Conforme já explanado em outro momento, as vertentes possuem uma susceptibilidade natural a movimentos de massas, de forma que a sua aparente estabilidade é resultante de um processo natural de equilíbrio entre os inúmeros elementos do meio físico, sendo assim a erosão passa a ocorrer de maneira mais amena. E caso essa harmonia venha a ser desestabilizada transcorre um processo

de erosão mais incisivo, o qual geralmente culmina em modificações significativas na morfometria e morfodinâmica da feição, ou até mesmo no surgimento de nova(s) feição(ções). A estabilização da área ocorrerá no momento em que os elementos constituintes e da dinâmica da encosta encontre novamente o equilíbrio.

No caso das encostas situadas na poligonal urbana, as quais estão passando por um intenso e contínuo processo de antropização, um possível equilíbrio é pouco provável. Logo a cada instante as variáveis antropogênicas mudam (aumento do fluxo, remoção da cobertura vegetal, cortes nas encostas, especulação imobiliária...) intensificando ainda mais os agentes erosivos, ou seja, dificultando o processo natural de reequilíbrio da feição.

Segundo Pruski et al. (2014), quanto as condições de superfície, dentre os fatores que mais influenciam o escoamento superficial, destacam-se:

- Tipo de Solo - interfere diretamente na taxa de infiltração de água no solo e na capacidade de retenção de água sobre a superfície;
- Topografia - além de influenciar a velocidade do escoamento da água sobre o solo, interfere também na capacidade de armazenamento dela sobre este, sendo as áreas com maior declividade com menor capacidade de armazenamento superficial do que as mais planas (geralmente);
- Rede de Drenagem - quando é muito densa e ramificada permite a rápida concentração do escoamento superficial, favorecendo a ocorrências de elevadas vazões sobre a superfície do solo;
- Obras Hidráulicas Presentes na Bacia Hidrográfica - enquanto as obras destinadas a drenagem ocasionam o aumento da velocidade de escoamento hídrico, as que objetivam a concentração do escoamento superficial resultam em redução da vazão máxima.

Tomando como referência os autores supracitados, as especificidades fisiográficas e o modelo de uso e ocupação do solo encontrado na área têm-se a materialização de um cenário instável do ponto de vista geoambiental.

## 5.2 Áreas de Risco

Os danos e destruições infligidas à natureza já não se realizam apenas na esfera inverificável das cadeias de efeitos químicos, físicos e biológicos. Mas aguilhoam de modo cada vez mais pungente os olhos, o nariz e os ouvidos (BECK, 2010).

Conforme já abordado no presente trabalho, a categoria de análise denominada de risco envolve variáveis sociais, ambientais, econômicas, entre outras. E para cada uma delas ainda existe a questão temporal, pois uma determinada variável pode apresentar distintos graus de risco com o transcorrer do(s) dia(s), sema(s), mês(eses), ano(os), década(s). Para elucidar a explanação basta pensar em uma encosta com elevada amplitude topográfica e com residências assentadas, o risco de movimentos de massas é constante no decorrer do dia, mas ao passo que o dia transcorre e os dejetos residências são lançados nela, a probabilidade de fenômenos envolvendo deslocamentos de massas é maximizada.

Entretanto o referido trabalho tem como âmago os riscos ambientais relacionados a movimentos de massas. Logo a área em questão naturalmente já possuía uma susceptibilidade natural para esses fenômenos, a qual foi ampliada de forma significativa com a maximização das atividades antropogênicas nas encostas e fundos de vales. Deve-se reforçar a problemática de que quando se aborda a temática movimentos de massas em áreas que possuem residências fixadas a problemática não se limita a análises física como também a socioespacial, pois os agentes antrópicos e fisiográficos envolvidos podem desencadear uma dinâmica espacial que pode vir a resultar em degradação ambiental, perdas de vidas humanas e prejuízos econômicos.

Contexto incluído em uma das múltiplas competências da ciência geográfica, porém com uma especificidade, a geografia analisa os fenômenos espaciais não apenas do ponto de vista de uma variável e sim de maneira interligada e sempre refletindo de que forma esses fenômenos podem vir a interferir no homem.

A geografia é uma ciência da superfície da terra, consiste em sistematizar a descrição e interpretação para distribuição dos padrões regionais associados às ações na matéria da superfície da terra. (O geógrafo compreende a superfície da

terra, e da natureza, como uma casca fina que se estende ligeiramente acima e abaixo da superfície adequada). Dentro da zona de contato abaixo e acima da atmosfera e da porção sólida e líquida existem várias formas de vida (FINCH; TREWARTHA, 1949).

Com a finalidade de estimar e tornar mais perceptível o referido fenômeno na área em questão fez-se necessária a confecção de produtos cartográficos temáticos de forma integrada. Os quais serão analisados no tópico logo abaixo.

Nos dias de hoje, não se pode mais conceber as representações sobre a realidade espacial, a do espaço humano, de maneira analítica e fragmentada. Devemos esforçar-nos na busca de uma cartografia de reintegração, de reconstrução do todo (MARTINELLI; PEDROTTI, 2001).

#### 5.2.1 Mapeamento das Áreas a Movimentos de Massas

Nesse contexto de risco no sítio urbano destacam-se as porções do modelado que apresentam elevada amplitude topográfica, remoção de cobertura vegetal, intensa pressão antrópica para fixação de moradias, descarte inadequado de resíduos residenciais líquidos e/ou sólidos, prática de atividades agrárias de subsistência e pontos de concentração de fluxo hídrico superficial. Para analisar o referido fenômeno de forma vertical faz-se necessário a compreensão de que o risco em oriundo de um processo de construção social, sendo assim ele nada mais é do que um dos múltiplos resultantes de processos de uso e ocupação do solo, incompatíveis com as especificidades do ambiente, no que concerne à sua capacidade de absorção de perante as pressões impostas.

Segundo Coelho (2014), similarmente o meio ambiente é social e historicamente construído. Sua criação se faz no processo da interação contínua entre uma sociedade em movimento e um determinado espaço físico particular que se transforma permanentemente. O ambiente é passivo e ativo. E ao mesmo tempo, suporte geofísico, condicionado e condicionante de movimento, transformador da vida social. Ao ser modificado, torna-se condição para novas mudanças, modificando assim a sociedade.

Balizado pelas concepções supramencionadas desenvolveu-se um modelo (possibilístico) de estimativa do risco relacionado a movimentos de massas (Figura 43), o qual foi ordenado em três graus de probabilidade (baixo, médio e elevado). Sendo constatado que 10 Km<sup>2</sup> do sítio urbano (48%) apresenta baixa viabilidade para sofrer de forma direta com esse fenômeno, 7,22 km<sup>2</sup> (34,66%) possui média possibilidade e 3,61 (17,34%) apresenta baixa expectativa.

Mesmo a classe de risco de elevada viabilidade de sofrer de maneira direta com os movimentos de massas (deslizamentos, desmoronamentos e soterramentos) apresentar os menores índices, não significa que o ambiente está seguro. Logo a referida área tem um elevado contingente populacional, com dois perfis socioeconômicos distintos (tempos de resposta) conforme já foi explanado no referido trabalho. Existindo ainda a questão da área se configurar como uma zona de latente expansão residencial, característica que pode vir a contribuir ainda mais com desfechos catastróficos para a sociedade garanhuense, sejam eles de forma direta através dos processos erosivos e/ou de degradação do solo, ou de maneira indireta pela contaminação dos corpos d'água devido a doenças de veiculação hídrica. Nesse caso atuando em duas frentes: contaminação direta a partir da ingestão e, indireta através do consumo indireto proveniente da deglutição de produtos agrários e/ou carne de animais que utilizam esse recurso como fonte de abastecimento (Figura 44).

É latente a necessidade de readequação do modelo de uso e ocupação do solo para o perímetro urbano, dentre as medidas para mitigação dessa problemática recomenda-se: recomposição da cobertura vegetal com flora nativa; ruptura do modelo de descarte dos resíduos residências (líquidos), o qual realiza sua descarga (sem tratamento) no topo das vertentes, transformando-as em cachoeiras antrópicas e maximizando o poder de erosão dos corpos hídricos; preservação dos fundos dos vales, os quais já começam a evidenciar processos de fixação de residências; leves desvios no padrões da drenagem dos corpos hídricos provenientes das chuvas, de forma que o processo de escoamento não ocorra de maneira concentrada (em pontos específicos).

defesa de equilíbrio e na ausência de uma teoria de processos ambientais integradora das dimensões físicas, políticas-sociais, socioculturais e espaciais. Por outro lado, sendo a urbanização uma transformação da sociedade, os impactos ambientais promovidos pelas aglomerações urbanas são, ao mesmo tempo, produto e processo de transformações dinâmicas e recíprocas da natureza e da sociedade estruturadas em classes sociais. (COELHO, 2014, p.21)

A sociedade tem como uma de suas características, no que concerne às suas inter-relações com a natureza, utilizar e/ou gerir seus recursos como se eles fossem infinitos e/ou tivessem um elevado poder de reocupação frente às modificações a eles impostas. Entretendo esse pensamento começa a dar sinais de mudanças, devido aos avisos/respostas que o meio físico vem dando ao homem, não sendo incomum os noticiários informarem cada vez com mais frequência fenômenos nos centros urbanos como: deslizamentos, desmoronamentos, soterramentos, enchentes, contaminação hídrica, degradação dos solos, queimadas, formação de ilhas de calor, assoreamento dos corpos d'águas, doenças de veiculação hídrica, redução na vazão dos rios e rebaixamento/reacomodação do solo devido seu uso intensivo.



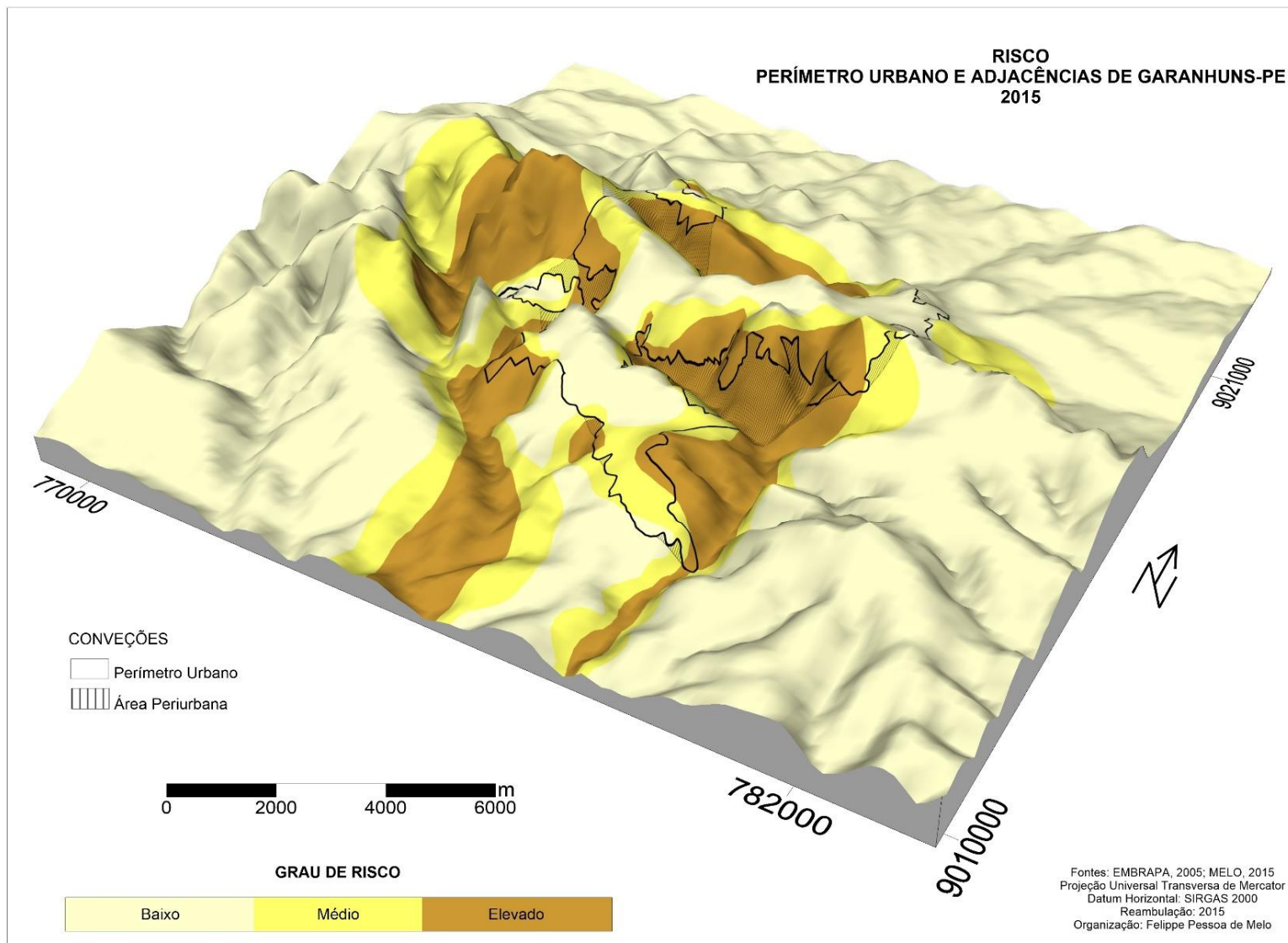


Figura 43 - Modelo do grau de susceptibilidade a movimentos de massas e/ou seus efeitos diretos.



Figura 44 - Pecuária extensiva utilizando fonte de água que sofre com a descarga de dejetos residenciais líquidos.

(Coordenadas geográficas do centro da figura - S 8° 54' 02", O 36° 28' 10")

Fonte: Trabalho de campo - 06/12/2011.

Nesse viés dentre os doze bairros garanhuenses destacam-se: Dom Hélder Câmara, Dom Thiago Póstma, José Maria Dourado, Magano, Santo Antônio, Heliópolis, Francisco Figueira e Severiano Morais Filho. Estando as porções situadas nas proximidades das encostas que são zona de transição para os vales as porções mais susceptíveis a fenômenos relacionados a movimentos de massas (Tabelas 20 a 23).

Com base nos dados explicitados na tabela logo a seguir, observa-se que os impactos antropogênicos são alarmantes em 66,66% dos bairros. Entretanto as porções mais impactadas dessas áreas são as que estão passando por processo de maximização de sua área residencial e/ou realizando atividades agrárias (subsistência e/ou extensiva). Deixando evidente que o modelo de uso e ocupação do solo é incompatível com as especificidades do ambiente. Comprometendo de forma síncrona os recursos naturais e a seguridade socioespacial. Deve-se enfatizar que a degradação dos solos exponencia a susceptibilidade de contaminação hídrica (Figura 45).

Dinâmica da Paisagem			
Bairro	Processos	Uso do Solo	Recomendações
Dom Helder Câmara	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escorregamento;</li> <li>- Rastejo;</li> <li>- Desmoronamento;</li> <li>- Maximização do transporte e acúmulo de sedimentos nos fundos dos vales;</li> <li>- Assoreamento dos corpos hídricos;</li> <li>- Voçorocamento;</li> <li>- Degradação do solo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderada taxa de ocupação residencial;</li> <li>- Uso das encostas como zona de expansão;</li> <li>- Desmatamento para inserção de novas áreas agrárias e para ampliação do perímetro residencial;</li> <li>- Esgotamento sanitário sem tratamento e descartado no topo das encostas e/ou fundos de vales;</li> <li>- Direcionamento inadequado do fluxo hídrico superficial para pontos concentrados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamento do esgotamento sanitário;</li> <li>- Redirecionamento do fluxo hídrico superficial;</li> <li>- Interrupção do processo de expansão residencial nas áreas com elevada amplitude topográfica;</li> <li>- Recomposição da cobertura vegetal com espécies nativas;</li> <li>- Ordenamento do processo de fixação de moradias, levando em consideração as especificidades do ambiente.</li> </ul>
Dom Thiago Póstma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escorregamento;</li> <li>- Rastejo;</li> <li>- Desmoronamento;</li> <li>- Lixiviamento do solo;</li> <li>- Maximização do transporte e acúmulo de sedimentos nos fundos dos vales;</li> <li>- Assoreamento dos corpos hídricos;</li> <li>- Degradação do solo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extração de água mineral;</li> <li>- Moderada taxa de ocupação residencial;</li> <li>- Uso das encostas como zona de expansão;</li> <li>- Desmatamento para ampliação do perímetro residencial;</li> <li>- Esgotamento sanitário sem tratamento e descartado no topo das encostas e/ou fundos de vales;</li> <li>- Descarte inadequado de produtos oriundos da manutenção de veículos;</li> <li>- Direcionamento inadequado do fluxo hídrico superficial para pontos concentrados;</li> <li>- Cortes nas encostas para maximização do perímetro residencial;</li> <li>- Ocupação do fundo do vale para fixação de moradias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamento do esgotamento sanitário;</li> <li>- Redirecionamento do fluxo hídrico superficial;</li> <li>- Interrupção do processo de expansão residencial no sentido do fundo do vale;</li> <li>- Recomposição da cobertura vegetal com espécies nativas;</li> <li>- Ordenamento do processo de fixação de moradias, levando em consideração as especificidades do ambiente;</li> <li>- Descarte sustentável dos rejeitos das oficinas mecânicas.</li> </ul>

Tabela 20 - Relações entre os processos de uso e ocupação do solo e os fenômenos erosivos nos bairros Dom Helder Câmara e Dom Thiago Póstma.

Dinâmica da Paisagem			
Bairro	Processos	Uso do Solo	Recomendações
José Maria Dourado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escorregamento;</li> <li>- Rastejo;</li> <li>- Ampliação do transporte e acúmulo de sedimentos nos fundos dos vales;</li> <li>- Lixiviamento do solo;</li> <li>- Assoreamento dos corpos hídricos;</li> <li>- Degradação do solo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modera ocupação residencial;</li> <li>- Crescimento urbano no sentido do fundo do vale;</li> <li>- Remoção da cobertura vegetal para maximização do perímetro residencial;</li> <li>- Esgotamento sanitário sem tratamento e descartado e descartado no transcorrer das encostas;</li> <li>- Descarte inadequado de produtos oriundos da manutenção de veículos;</li> <li>- Direcionamento inadequado do fluxo hídrico superficial para pontos concentrados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamento do esgotamento sanitário;</li> <li>- Redirecionamento do fluxo hídrico superficial;</li> <li>- Interrupção do processo de expansão residencial no sentido do fundo do vale;</li> <li>- Recomposição da cobertura vegetal com espécies nativas;</li> <li>- Ordenamento do processo de fixação de moradias, levando em consideração as especificidades do ambiente;</li> <li>- Redirecionamento do fluxo hídrico superficial;</li> <li>- Descarte sustentável dos rejeitos das oficinas mecânicas.</li> </ul>
Magano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escorregamento;</li> <li>- Rastejo;</li> <li>- Desmoronamento;</li> <li>- Lixiviamento do solo;</li> <li>- Maximização do transporte e acúmulo de sedimentos nos fundos dos vales;</li> <li>- Assoreamento dos corpos hídricos;</li> <li>- Degradação do solo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada concentração residencial;</li> <li>- Uso das encostas e fundos de vales como zona de expansão;</li> <li>- Prática de atividades agrárias de subsistência e extensivas;</li> <li>- Desmatamento para inserção de novas áreas agrárias e para ampliação do perímetro residencial;</li> <li>- Esgotamento sanitário sem tratamento no topo das encostas e/ou fundos de vales;</li> <li>- Direcionamento inadequado do fluxo hídrico superficial para pontos concentrados;</li> <li>- Atividades turísticas no Cristo do Magano-Extração de água mineral.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preservação da cobertura vegetal remanescente;</li> <li>- Interrupção do processo de expansão residencial no sentido do fundo do vale;</li> <li>- Tratamento do esgotamento sanitário;</li> <li>- Redirecionamento do fluxo hídrico superficial;</li> <li>- Ordenamento do processo de fixação de moradias, levando em consideração as especificidades do ambiente;</li> <li>- Revitalização do Cristo do Magano.</li> </ul>

Tabela 21 - Relações entre os processos de uso e ocupação do solo e os fenômenos erosivos nos bairros José Maria Dourado e Magano.

Dinâmica da Paisagem			
Bairro	Processos	Uso do Solo	Recomendações
Santo Antônio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escorregamento;</li> <li>- Rastejo;</li> <li>- Maximização do transporte e acúmulo de sedimentos nos fundos dos vales;</li> <li>- Lixiviamento do solo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intenso adensamento residencial;</li> <li>- Sistema de esgotamento sanitário sem tratamento e descartado no topo das encostas;</li> <li>- Direcionamento inadequado do fluxo hídrico superficial para pontos concentrados;</li> <li>- Remoção da cobertura vegetal para ampliação das poligonais residenciais;</li> <li>- Atividades turísticas e de lazer no Parque Ruber Van Der Linden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamento do esgotamento sanitário;</li> <li>- Redirecionamento do fluxo hídrico superficial;</li> <li>- Interrupção do processo de expansão residencial no sentido do fundo do vale;</li> <li>- Recomposição da cobertura vegetal com espécies nativas;</li> <li>- Ordenamento do processo de fixação de moradias, levando em consideração as especificidades do ambiente;</li> <li>- Remoção das camadas de resíduos sólidos que foram descartados no local até a desativação do chamado lixão público municipal.</li> </ul>
Heliópolis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escorregamento;</li> <li>- Rastejo;</li> <li>- Lixiviamento do solo;</li> <li>- Maximização do transporte e acúmulo de sedimentos nos fundos dos vales;</li> <li>- Assoreamento dos corpos hídricos;</li> <li>- Degradação do solo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intenso adensamento residencial;</li> <li>- Sistema de esgotamento sanitário sem tratamento e descartado no topo das encostas;</li> <li>- Direcionamento inadequado do fluxo hídrico superficial para pontos concentrados;</li> <li>- Atividades agrárias de subsistência;</li> <li>- Desmatamento para maximização da área residencial;</li> <li>- Descarte de resíduo sólido residencial;</li> <li>- Inserção de materiais oriundos da construção civil (rejeitos) para estabilizar as encostas;</li> <li>- Utilização das encostas como zona de expansão urbana;</li> <li>- Atividades turísticas e de lazer no Parque Euclides Dourado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interrupção do processo de expansão residencial no sentido do fundo do vale;</li> <li>- Tratamento do esgotamento sanitário;</li> <li>- Redirecionamento do fluxo hídrico superficial;</li> <li>- Ordenamento do processo de fixação de moradias, levando em consideração as especificidades do ambiente;</li> </ul>

Tabela 22 - Relações entre os processos de uso e ocupação do solo e os fenômenos erosivos nos bairros Santo Antônio e Heliópolis.

Dinâmica da Paisagem			
Bairro	Processos	Uso do Solo	Recomendações
Francisco Figueira	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rastejo;</li> <li>- Lixiviamento do solo;</li> <li>- Ampliação do transporte e acúmulo de sedimentos nos fundos dos vales;</li> <li>- Assoreamento dos corpos hídricos;</li> <li>- Degradação do solo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderado adensamento residencial;</li> <li>- Esgotamento sanitário sem tratamento e descartado e descartado no transcorrer das encostas;</li> <li>- Desmatamento para ampliação da área residencial;</li> <li>- Crescimento urbano no sentido do fundo do vale;</li> <li>- Direcionamento inadequado do fluxo hídrico superficial para trechos específicos;</li> <li>- Atividades de lazer no Balneário Antônio Justino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interrupção do processo de expansão residencial no sentido do fundo do vale;</li> <li>- Tratamento do esgotamento sanitário;</li> <li>- Redirecionamento do fluxo hídrico superficial;</li> <li>- Ordenamento do processo de fixação de moradias, levando em consideração as especificidades do ambiente;</li> </ul>
Severiano Morais Filho	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rastejo;</li> <li>- Lixiviamento do solo;</li> <li>- Ampliação do transporte e acúmulo de sedimentos nos fundos dos vales;</li> <li>- Assoreamento dos corpos hídricos;</li> <li>- Degradação do solo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderado adensamento residencial;</li> <li>- Esgotamento sanitário sem tratamento e descartado e descartado no transcorrer das encostas;</li> <li>- Desmatamento para ampliação da área residencial;</li> <li>- Crescimento urbano no sentido do fundo do vale;</li> <li>- Direcionamento inadequado do fluxo hídrico superficial para trechos específicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interrupção do processo de expansão residencial no sentido do fundo do vale;</li> <li>- Tratamento do esgotamento sanitário;</li> <li>- Redirecionamento do fluxo hídrico superficial;</li> <li>- Ordenamento do processo de fixação de moradias, levando em consideração as especificidades do ambiente;</li> </ul>

Tabela 23 - Relações entre os processos de uso e ocupação do solo e os fenômenos erosivos nos bairros Francisco Figueira e Severiano Morais Filho.



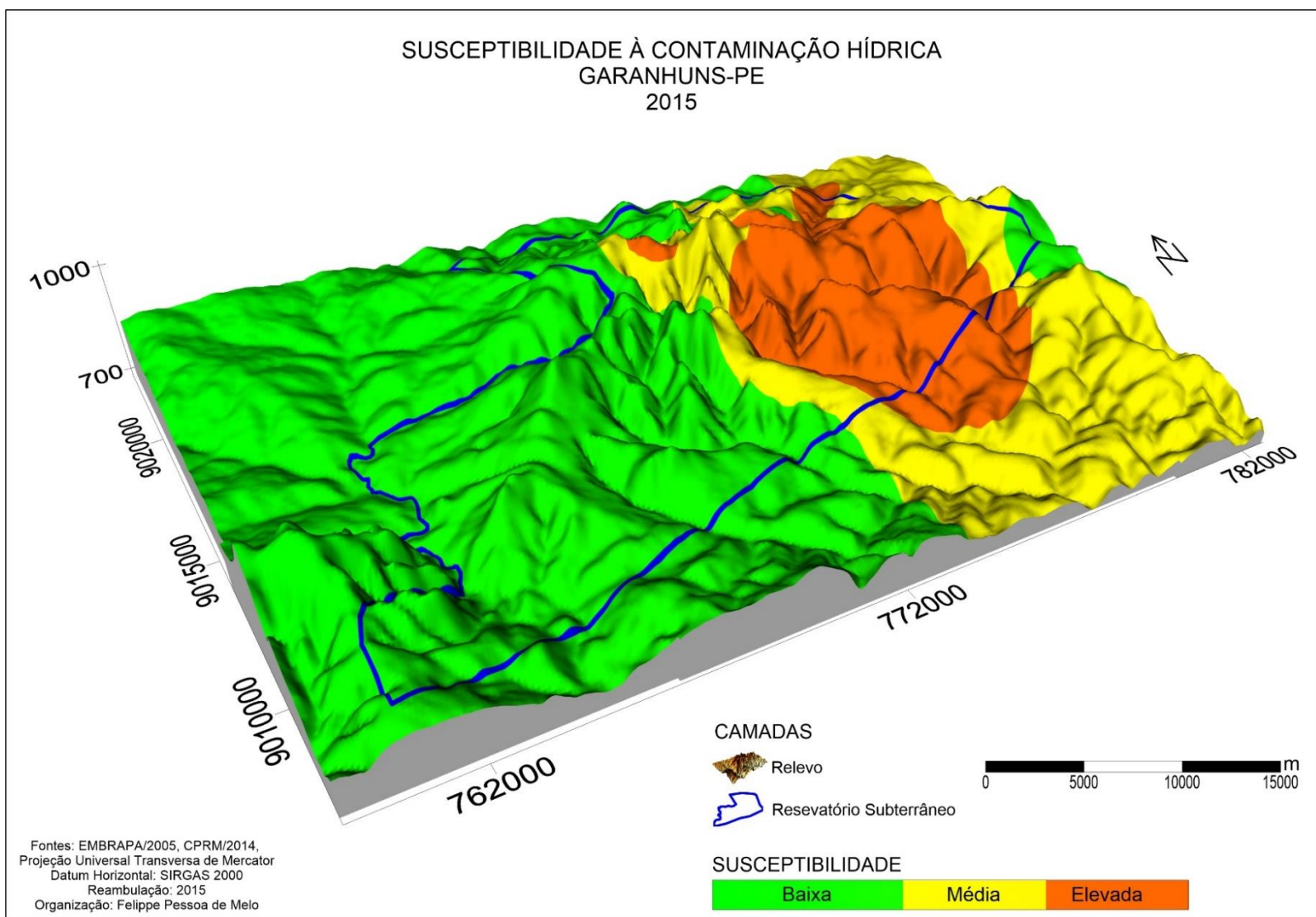


Figura 45 - Modelo de susceptibilidade a contaminação hídrica no perímetro urbano e adjacências.

A classe de baixa susceptibilidade corresponde a uma área de 251,4 km<sup>2</sup>, apresenta um modelo de uso e ocupação do solo baseado em atividades agrárias extensivas, apesar de só apresentar resquícios da cobertura vegetal primária e já começar a apresentar áreas isoladas que utilizam agrotóxicos de forma mais expressiva. As atividades do setor primário na área em questão têm como foco o mercado local e regional destacando-se a pecuária leiteira e os cultivos de milho, feijão, macaxeira, tomate, batata doce.

Em síntese, as atividades supracitadas são modelos de produção do espaço que geram impactos à dinâmica da paisagem, porém propiciam rápida regeneração. No caso da produção agrícola, em sua maioria ocorre em concomitância com os períodos chuvosos (chegada do inverno). A prática da produção intensiva só transcorre em propriedades isoladas. Em relação ao gado leiteiro, mesmo tendo sido removidas grandes porções de flora nativa para implantação de pastagens, o solo ainda apresenta um grau significativo de proteção, logo não se encontra totalmente desprotegido. Ambas as atividades geram impactos significativos, mas são inferiores aos encontrados no sítio urbano e suas imediações.

Já a de média susceptibilidade possui uma poligonal de 103,79 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 41,28% da área anterior, ele configura-se como uma zona de transição entre a zona urbana e a rural, fazendo o papel de zona de amortecimento dos descartes dos dejetos residenciais e industriais do sítio urbano.

Enquanto que a de elevada susceptibilidade tem uma área de 55,92 km<sup>2</sup>, correspondendo a 22,24% da classe de baixa susceptibilidade e a 53,87% da de média. Mesmo apresentando a menor área configura-se como um dado alarmante, haja vista que ela está inserida no sítio urbano e nas suas zonas de expansão. É uma área que apresenta elevada concentração residencial, sendo comuns ações como: descarte de efluentes residenciais nas encostas dos vales, impermeabilização do solo, construção de foças sépticas artesanais sem os devidos estudos de impacto, queimadas nos resquícios de vegetação.

Tendo em vista a ênfase que a geomorfologia exerce nos processos geoambientais transcorridos na área e a carência de dados geomorfológicos que



permitam análises mais pontuais do relevo, fez-se necessário a confecção da carta geomorfológica do perímetro urbano e adjacências.

### 5.3 Mapeamento Geomorfológico Balizado pela Classificação Taxonômica de ROSS (1985)

#### 5.3.1 Unidade Morfoestrutural

Garanhuns está totalmente inserido na Unidade Morfoestrutural do Planalto da Borborema. Possui três unidades morfoesculturais (Figura 46), as quais foram denominadas de: Magano, tendo seu início no Morro do Magano e alonga-se até o bairro Novo Heliópolis; Boa Vista, está inserida nos bairros, Boa Vista, Aloísio Pinto, Francisco Figueira; Dom Helder Câmara, situada no bairro Dom Helder Câmara, localmente chamado de COHAB III, estendendo a nordeste.

Segundo Corrêa et al., (2010), na compartimentação morfoestrutural do Planalto da Borborema destacam-se as unidades morfoestruturais: Cimeira Estrutural São José do Campestre, Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, Depressão Intraplanáltica do Pajeú, Depressão Intraplanáltica do Ipanema, Depressão Intraplanáltica Paraibana, Depressão Intraplanáltica Pernambucana, Maciços Remobilizados Pernambuco-Alagoas e Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal. Estando o município de Garanhuns-PE inserido na Cimeira Estrutural PE/AL.

O único ressalto estrutural deste compartimento que pode ser designado de “planalto” stricto sensu é o patamar erosivo de Garanhuns. Constitui-se numa das superfícies mais elevadas da Borborema (900-1.000 metros) e está estruturado numa faixa de quartzitos, orientada, grosso modo, E-W, relacionada ao Complexo Belém do São Francisco (Mesoproterozóico). Contudo não se descarta a possibilidade deste nível também estar condicionado por um eixo de arqueamento, devido à sua proximidade do rebordo oriental do planalto. (Corrêa et al., 2010, p. 46)

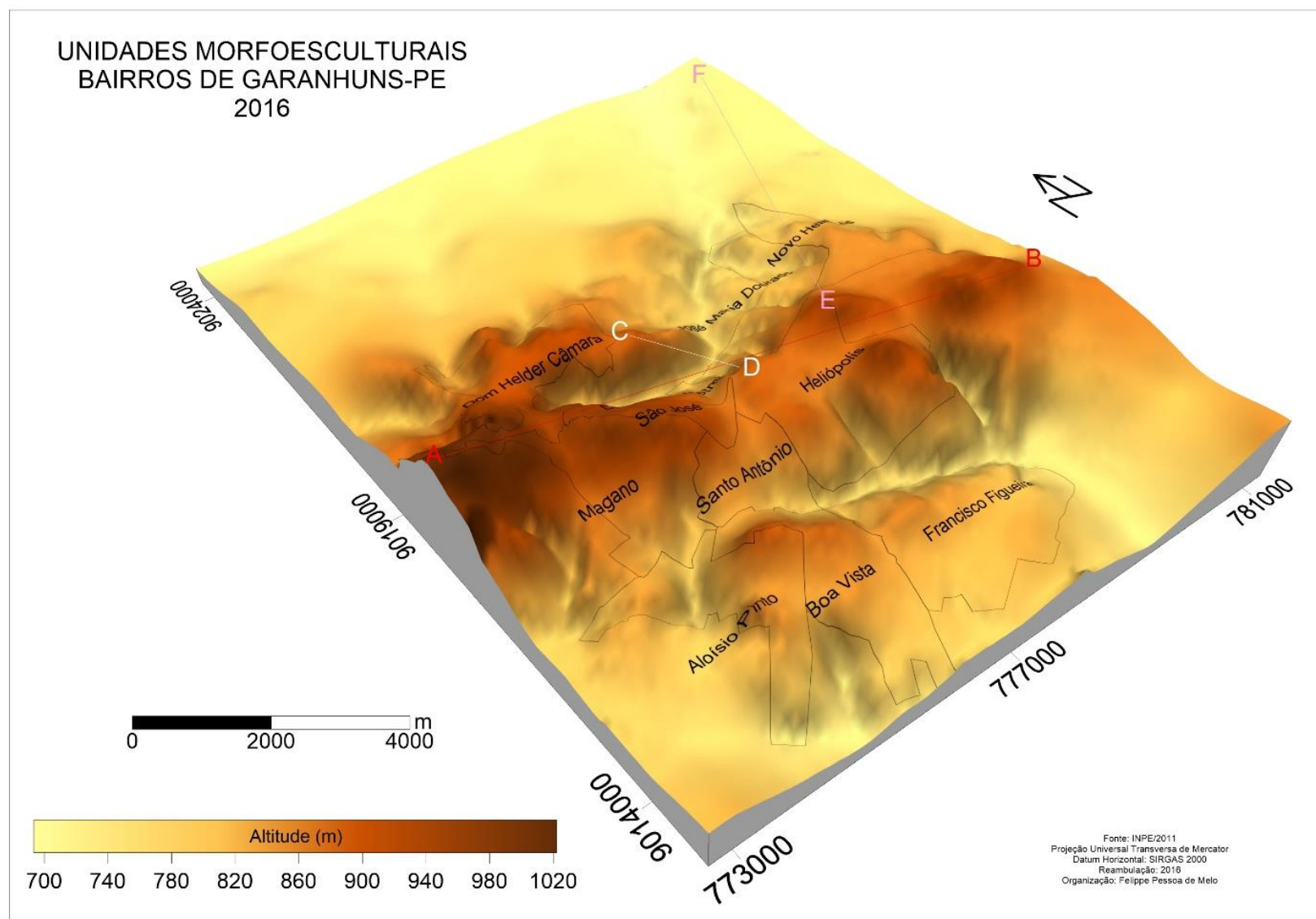


Figura 46 - Sobreposição dos bairros no 3D da área de estudo.

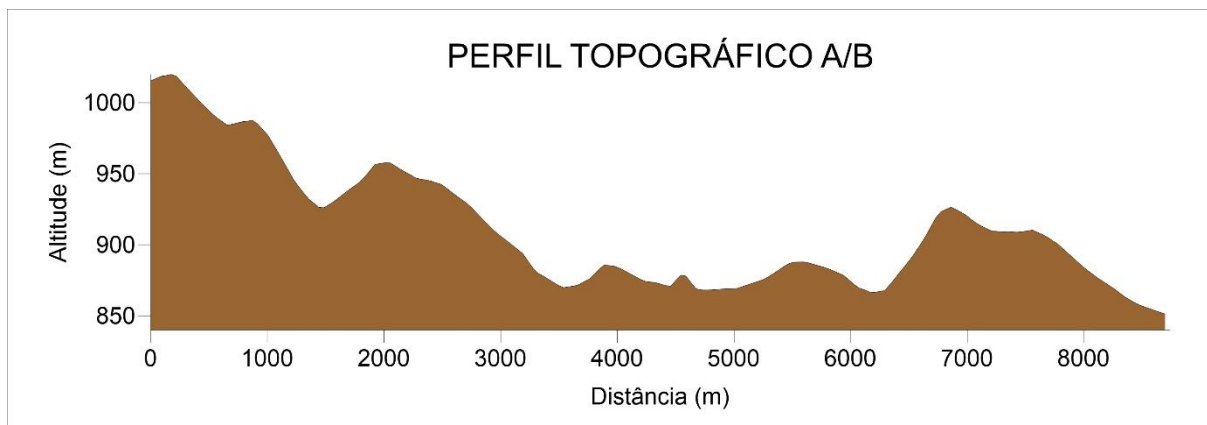


Figura 47 - Perfil topográfico longitudinal (A/B).

Os vales localizados no perímetro urbano são comumente confundidos com voçorocas, possuem encostas abruptas (Figura 48), mas ao afastarem-se da porção urbana vão se suavizando, chegando a formar patamares erosivos aplainados (Figura 49). Ao Norte, o relevo apresenta cotas topográficas mais modestas, as quais vão suavizando-se a noroeste, até formar um patamar de dissecação aplainado.

Ao Sul, o relevo é bastante movimentado, destacando-se os topos convexos e as vertentes côncavas/convexas. Essas três unidades de relevo observadas no sentido Norte/Sul, configuram um relevo de geoformas, no qual se destacam sete formações, denominadas pela população de colinas.

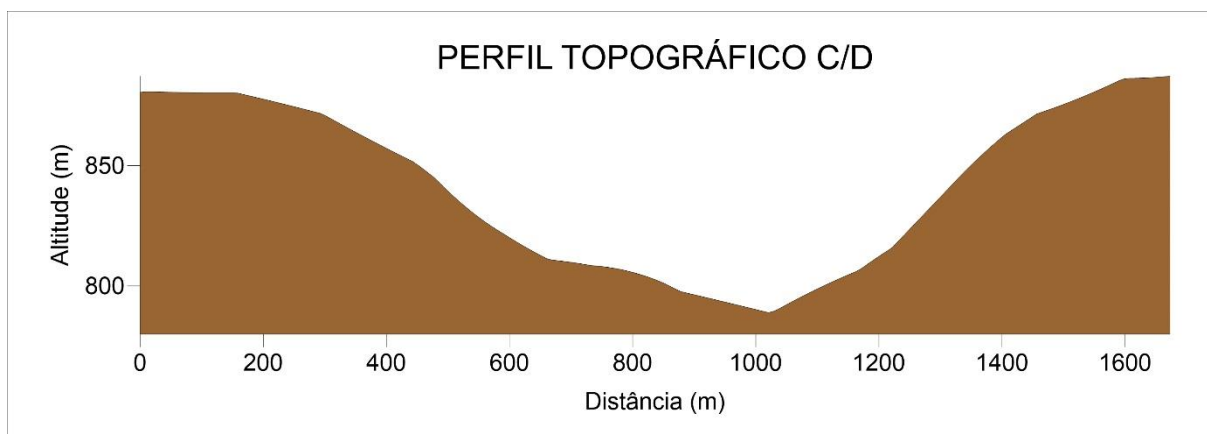


Figura 48 - Perfil topográfico longitudinal (C/D).

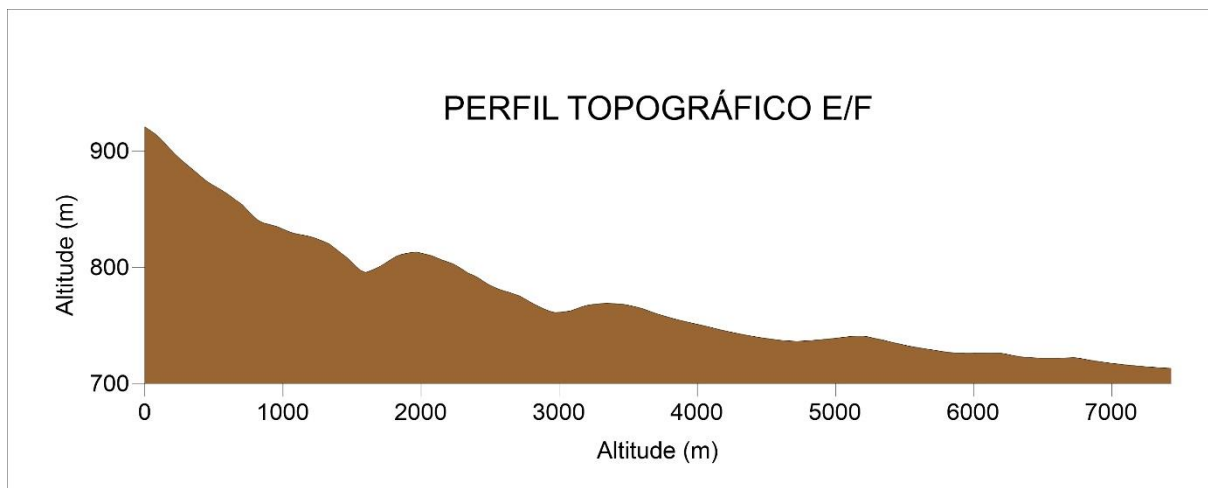


Figura 49 - Perfil topográfico longitudinal (E/F).

### 5.3.2 Unidades Morfoesculturais e Padrões de Formas Semelhantes do Relevo

A porção central do modelado de Garanhuns é delimitada por um vale ao norte e outro ao sul, formando uma unidade morfoescultural bem definida. É caracterizada por uma estrutura somital aplainada com superfícies de cimeira, destacando-se o Morro do Magano, devido sua topografia. O presente trabalho nomeou essa formação de unidade morfoescultural do Morro do Magano (Figura 50).

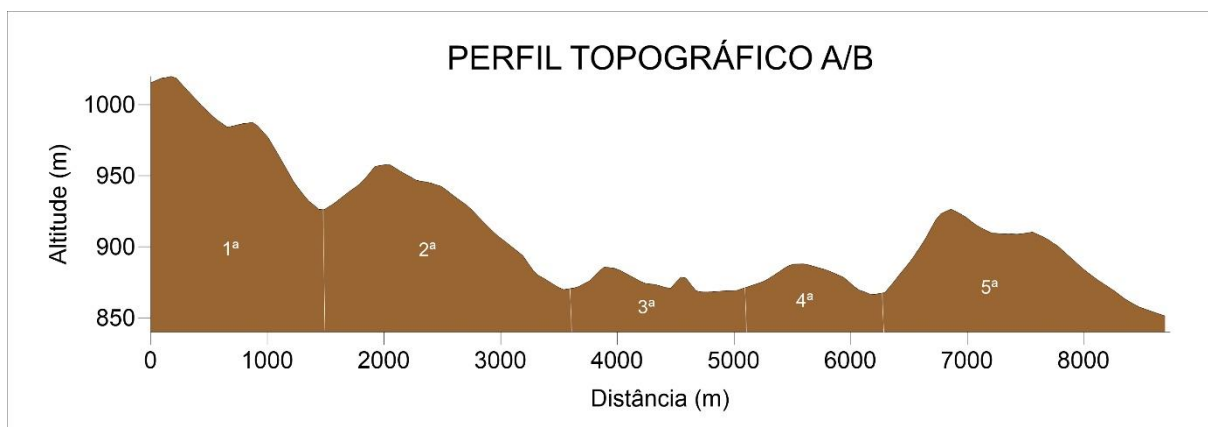


Figura 50 - Unidade morfoescultural do Morro do Magano.

Analisando o perfil topográfico da formação supracitada, observa-se que a mesma está compartimentada em cinco unidades morfológicas. A primeira formada por um topo convexo a 1.030 m, com a presença de vertentes côncavas e retilíneas; a segunda apresenta um topo convexo, superior a 950 m, com declividades

topográficas, mais amenas que a formação anterior, mas com um desnível topográfico superior a 50 m; a terceira formação é caracterizada por apresentar cotas topográficas semelhantes, formando um modelado ligeiramente ondulado; a quarta unidade, tem um topo convexo, com cotas superiores a 900 m, com vertentes abruptas na porção leste, e encostas mais suaves a oeste; a quinta refere-se a patamares erosivos aplainados.

A próxima unidade está quase totalmente situada no bairro Dom Helder Câmara. Dessa forma optou-se por utilizar o nome do bairro para a unidade. É formada por um topo aplainado, com vertentes suaves a oeste, as quais apresentam desníveis mais significativos a leste do topo (Figura 51). Essa unidade está subdividida em três padrões de formas semelhantes do relevo. A primeira é caracterizada por uma vertente suave na sua porção Oeste, um topo ligeiramente tabular, e uma vertente mais íngreme no sentido Leste. A segunda possui uma declividade suave, que vai estendendo-se para Leste, até formar uma superfície tabular. A qual apresenta uma encosta com desníveis topográficos mais marcantes. A terceira caracteriza-se por formar um patamar erosivo aplainado.

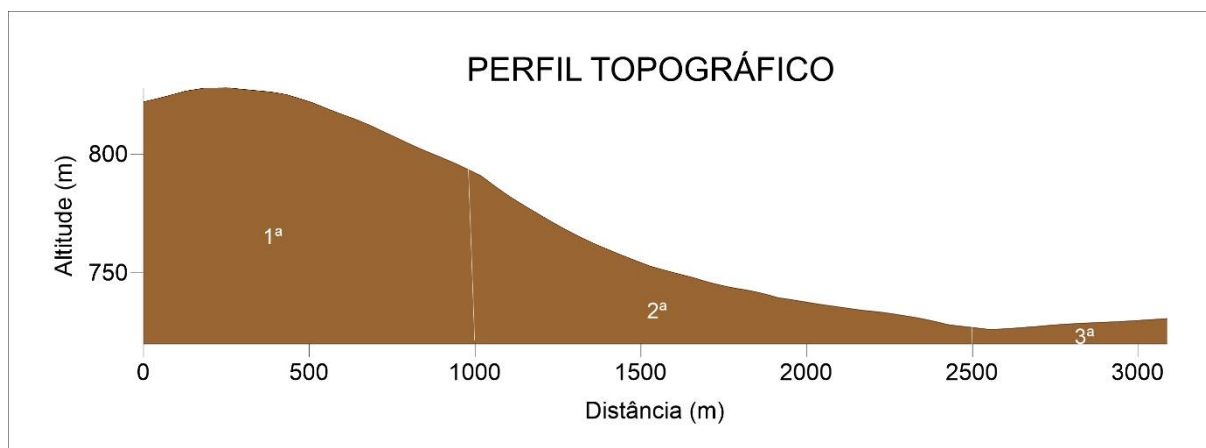


Figura 51 - Unidade morfoescultural Dom Helder Câmara.

O bairro da Boa Vista está totalmente inserido na terceira unidade, e apresenta cotas mais elevadas. Dessa forma optou-se por utilizar o nome do respectivo bairro para a unidade. Sendo marcado por um relevo com topos côncavos e convexos, encostas abruptas ao Norte/Leste/Oeste, e mais suaves ao Sul. Essa unidade morfoescultural apresenta três unidades morfológicas (Figura 52). A Primeira possui um topo convexo, com vertentes côncavas e retilíneas, ambas marcadas por grandes desníveis topográficos. A segunda é uma superfície somital

ligeiramente tabular, apesar de possuir duas superfícies de cimeira, tabular a oeste e convexa a leste. A terceira caracteriza-se por formar uma estrutura côncava, com vertentes suaves.

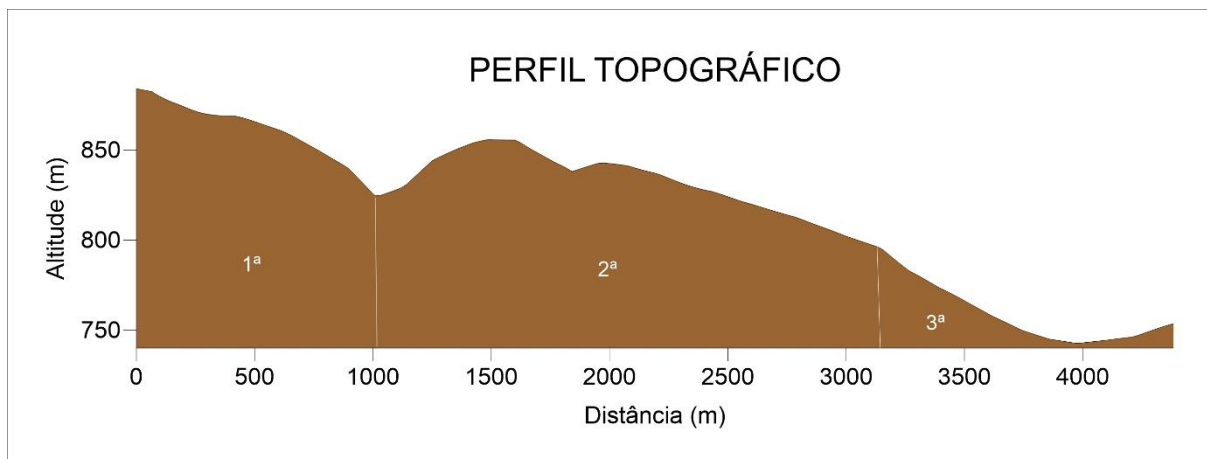


Figura 52 - Unidade morfoescultural Boa Vista.

A unidade Dom Helder Câmara possui amplitudes topográficas mais amenas que a unidade Magano, com ênfase para seu topo aplainado. Em relação ao seu assentamento urbano encontra-se em fase de expansão tanto para as adjacências com as menores declividades como para com as maiores, estas também utilizadas para o descarte da drenagem. Mas apesar desse cenário apresentar uma fragilidade geoambiental moderada, pois as ações antropogênicas ainda não atingiram o grau de impacto encontrado na unidade Magano.

Já a unidade Boa Vista possui um cenário físico semelhante ao da unidade Dom Helder Câmara, porém seus topos são convexos, seu assentamento residencial é elevado, contudo inferior ao da unidade Magano. Sua fragilidade geoambiental é moderada, logo a expansão residencial predomina no sentido das áreas com menor declividade. Deve-se ressaltar que em todas as unidades foram encontrados processos secundários de assentamentos urbanos nos fundos de seus vales.

## CONCLUSÕES

O processo de configuração territorial de Garanhuns, mais especificamente a partir de 1879 quando passa a ser cidade, não levou em consideração a dinâmica entre os elementos da paisagem, o que a priori não se configurou como um problema, logo os assentamentos residenciais e a área destinada ao setor terciário impactavam o meio de forma que ele tinha tempo de resposta, ou seja, conseguia se recuperar sem ofertar riscos eminentes a seguridade social e a dinâmica da paisagem. Mas, já se configurava o palco para futuros riscos geoambientais, pois as encostas já eram utilizadas como locais para descarte de dejetos residenciais. Nesse intervalo temporal, o município tinha uma economia baseada na agricultura (com ênfase para o café), empregando grandes contingentes de mão de obra.

Com a implantação da política nacional de erradicação do café via IBC em 1965, ocorre uma fugaz reestruturação do modelo econômico, ou seja, deixa de ser predominantemente agrícola e passa a ter o predomínio da pecuária leiteira extensiva. Atividade que além de exigir um novo perfil de trabalhador (o vaqueiro), requer uma quantidade bem menor de trabalhadores rurais, e levando em consideração que a mão de obra envolvida na atividade cafeeira, quando não estava realizando atividades nos cafezais tinham permissão de seus empregadores para praticar a agricultura familiar (roçado) nas terras de seus patrões, ação essa que facilitava a fixação dessas pessoas no campo.

Com a ruptura desse modelo de produção, grandes levadas de trabalhadores rurais foram expropriados do campo, e direcionaram-se em direção ao perímetro urbano de Garanhuns em busca de empregos que necessitassem de trabalho braçal. Como não tinham renda para comprar lotes na poligonal urbana em si, passaram a ocupar as áreas periurbanas, ou seja, as encostas dos vales, nesse momento o risco a seguridade social e ambiental se consolidam em duas frentes. A primeira na área rural, com a remoção das matas remanescentes para maximização das pastagens para o gado. Já a segunda ocorre com o uso e ocupação das encostas para fixação de moradias e prática de atividades agrárias de subsistência. Situação essa que não passou despercebida, entretanto não despertou grandes

interesses da sociedade, logo o risco (propriamente dito) era concentrar em áreas específicas e até então vistas como irrisórias do ponto de vista da expansão urbana.

Entretanto, com o transcorrer das décadas o sítio urbano expandiu-se em direção as encostas dos vales, inclusive com processos latentes de formações residenciais nos fundos dessas feições. Agora o problema de uma parcela desprivilegiada economicamente passa a ser uma questão de ordenamento municipal “oficialmente”, sendo que, após o assentamento está consolidado os processos para mitigação dos riscos provenientes de uma dinâmica socioespacial conflituosa com as peculiaridades geofísicas da paisagem torna-se complexo e oneroso para sociedade e para os cofres públicos. Pois, implica remoção de contingentes e realocações populacionais, obras de infraestrutura principalmente voltadas para recuperação das áreas degradadas e tratamento dos resíduos e efluentes residenciais.

A situação atual transcende o risco local, tendo em vista que, os rejeitos residenciais descartados nas encostas podem vir a contaminar o lençol freático, ampliar a carga de sedimentos transportadas pelos fluxos hídricos... Dentro dos limites municipais destacaram-se os seguintes problemas geoambientais: formação de ilhas de calor, compactação do solo, remoção dos resquícios de cobertura vegetal, instabilidade das encostas, aumento da força de arrasto dos fluxos d'água, comprometimento da vazão das nascentes... Problemas agravados com a chegada dos períodos chuvosos, visto que o município possui índices pluviométricos elevados. Em suma, os problemas geoambientais que colocam em risco a comunidade local e regional são oriundos de processos de uso e ocupação do solo incompatíveis com as singularidades geofísicas do ambiente, com destaque para política de erradicação do café, configurada como um divisor de águas na dinâmica socioespacial e ambiental local e regional.

As geotecnologias, mais especificamente os SIGs, e o sensoriamento remoto se configuraram como um subsídio de suma importância para compreensão dessa problemática, por possibilitarem realizar análises multitemporais de fenômenos geofísicos e confecção de produtos cartográficos temáticos. Possibilitando assim realizar análises e interpretações do quadro geoambiental atual, com base em fenômenos ocorridos em intervalos temporais pretéritos, tornado o estudo mais coeso e fidedigno.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SÁBER, A. N. **Escritos Ecológicos**. São Paulo: Lazuli, 2006. 167 p.

AD Diper-Agência de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco. Disponível em: <[http://www.semas.pe.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?p\\_l\\_id=2349406&folderId=8608712&name=DLFE-39583.pdf](http://www.semas.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_l_id=2349406&folderId=8608712&name=DLFE-39583.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2014.

AFONSO, A. **Introdução ao Geoprocessamento e ao Sensoriamento Remoto**. [S.l.]: Virtual Book, 2002. Disponível em: <[http://www.agro.unitau.br/sensor\\_remoto/Apostila\\_Introducao\\_Geoprocessamento\\_SR\\_Cartografia.pdf](http://www.agro.unitau.br/sensor_remoto/Apostila_Introducao_Geoprocessamento_SR_Cartografia.pdf)>. Acesso em: 22 mai. 2011.

ALBUQUERQUE, A. R. C.; BOTELHO, R. C. M.; CAVALCANTI, L. C. S.; CORRÊA, A. C. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.); JORGE, M. C. O. (Org.); RODRIGUES, S. C.; SANTOS, L. J. C.; SILVA, A. S.; SOUZA, J. O. P.; STREC, E. V.; VERDUM, R.; VIEIRA, A. F. S. G.; VIEIRA, L. F. S.; WESTPHALEN, L. A. **Degradação dos Solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. 317 p.

ALMEIDA, L. Q. **Riscos Ambientais e Vulnerabilidades nas Cidades Brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012. 214 p.

ALMEIDA, J. A. P.; COSTA, C. C.; FERREIRA, R. A.; FILHO, C. J. M. M.; GOMES, L. J. (Org.); MAROTI, P. S.; MATOS, E. L.; MELO, A. A.; MONN, R. S.; NETTO, A. O. A. (Org.); OLIVEIRA, I. S. S.; OLIVEIRA, P. J.; ROCHA, J. C. S. **Meio Ambiente: distintos olhares**. São Cristóvão: UFS, 2010, 178 p.

AMORIM, R. R. Um Novo Olhar na Geografia para os Conceitos e aplicações de Geossistemas, Sistemas Antrópicos e Sistemas Ambientais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, mar. 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16613>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

ANA - Agência Nacional das Águas. **Inventário da Estações Fluviométricas**. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/InventariodasEstacoesFluviometricas.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2015.

ANA - Agência Nacional das Águas. **Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/default.aspx>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

ANDRADE, M. C. A. **Terra e o Homem do Nordeste**. 4. ed. São Paulo: Brasiliense, 1980. 336 p.

ANDRADE, M. C. **Atlas Escolar de Pernambuco**. Espaço Geo-histórico e Cultural. João Pessoa: Grafset, 1999. 160 p.

ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Geoestatística**. São Leopoldo: Unisinos, 2010. 166 p.

ÂNGULO FILHO. Noções Básicas de Cartografia. [S.l.]: Virtual Books, 2013. Disponível em: <[http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Topo/leb450/Fiorio/AULA\\_5\\_MNT\\_ANGULO\\_pdf.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Topo/leb450/Fiorio/AULA_5_MNT_ANGULO_pdf.pdf)> Acesso em: 09 set. 2015.

ARAÚJO, C. E. L.; BRAGA, R. A. B.; CARVALHO, J. C.; FERNANDES, A. E.; FERREIRA, A. G.; FERREIRA, N. J. (Org.); FILHO, R. A.; FRANÇA, H.; KAMPEL, M.; LORENZZETTI, J. A.; MANTOVANI, J. E.; MOREIRA, M. A.; PEREIRA, M. C. C.; RAMOS, F. M.; SILVA, B. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; SILVA, R. A. B.; TEIXEIRA, R. F. B. **Aplicações Ambientais Brasileiras dos Satélites NOAA e TIROS-N**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 271 p.

ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. 320 p.

AZAMBUJA, R. N. **Análise Geomorfológica da Áreas de Expansão no Município de Garanhuns-PE**. Recife: UFPE, 2007. 154 f.

BARBALHO, N. **Cronologia Pernambucana**. Subsídios para a História do Agreste e do Sertão. Recife: FIAM, 1982. 229 p.

BARON, H. V.; BOST, F.; CAMBRÉZY, L.; DONZE, J.; GLEMAREC, Y.; HEUDE, J.; JANIN, P.; PELLETIER, P.; RICHEMOND, N. M.; THOURET, J. C.; VEYRET, Y. (Org.). **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2013. 320 p.

BATISTELLA, M. (Org.); CRISCUOLO, C.; BOLFE, E. L.; EPIPHANIO, J. C. N.; KRUG, T.; FORMAGGIO, A. R.; CARVALHO, G. R.; PIEROZZI JÚNIOR, I.; FERNANDES, N.; CONWAY, D.; BOUCEK, B.; LORAH, P.; VALLADARES, G. S.; BOLFE, E. L.; CHIRIBOGA, B. S.; SWENSON, J. J.; RODRÍGUEZ, F.; CASTRO, F.; SILVA-FORSBERG, M. C.; WILSON, W.; BRONDIZIO, E. S.; MOURAN, E. F. (Org.); SCOPPA, C. O.; GIACOMO, R. M. **Geoinformação e monitoramento ambiental na América Latina**. São Paulo: Senac São Paulo, 2008. 283 p.

BECK, U. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. Tradução Sebastião Nascimento. 2. ed. São Paulo: 34, 2010. 384 p.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, n. 8, 141-152, 2004.

BORN, M. L. C. B.; CREPANI, E.; FERNANDES, N. F.; FLORENZANO, T. G. (Org.); GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. S.; MEDEIROS, J. S.; NOVO, E. M. L. M.; OSMAR, A. C. J.; PALMEIRA, A. F.; REANTO, F. M.; ROBERTO, A. T. G.; ROSSETTI, D. F.; SANTOS, A. R.; SILVA, E. F.; VALERIANO, M. M. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 304 p.

BRASIL. Lei nº 8.666 de junho de 1993. Institui Normas para Licitações e Contratos da Administração Pública e da outras Providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/8666cons.htm)>. Acesso em: 12 set. 2013.

BRASIL. **Relatório Final**: grupo de Trabalho interministerial para redelimitação do semi-árido nordestino e do Polígono das Secas. [S.l.]: Virtual Books, 2005. Disponível em: <[http://www.cpatia.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/OPB1839.pdf](http://www.cpatia.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1839.pdf)>. Acesso em: 22 jul. 2015.

BRASIL. Lei nº 12.608 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 abr. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm)>. Acesso em: 13 set. 2013.

CÂMARA, G.; CANSANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistema de Informação Geográfica**. [S.l.]: Virtual Book, 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/livros/anatomia.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

CÂMARA, G.; DAVIS JUNIOR, C. A.; QUEIROZ, G. R.; BORGES, K. A. V.; LAENDER, A. H. F.; DIAS, T. L.; FERREIRA, K. R.; CASANOVA, M. A.; OLIVEIRA, O. F.; BRAUNER, D. F.; LIMA JÚNIOR, P. O.; SOUZA, L. A.; VINHAS, L.; SOUZA, R. C. M.; CARVALHO, M. T. M.; VERA, M. S. **Banco de Dados Geográficos**. [S.l.]: Virtual Books, 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/capitulos.html>>. Acesso em: 08 set. 2015.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. [S.l.]: Virtual Book, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 01 set. 2011.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; RIO, G. A. P. Riscos Ambientais e Geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28, n. 2, jul./dez. 2005. Disponível em: <[http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario\\_2005/Anuario\\_2005\\_11\\_30.pdf](http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_2005/Anuario_2005_11_30.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2014.

CAVALCANTI, A. L. **História de Garanhuns**. Recife: FIAM, 1983. 394 p.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de Paisagens**: fundamentos. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 91 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 7. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 233 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 2011. 188 p. ISBN 978-85-212-0130-4.

COELHO, M. C. N.; BRANDÃO, A. M. P. M.; VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. (Org.); OLIVEIRA, M. A. T.; HERRMANN, M. L. P.; GOÇALVES, L. F. H.; GUERRA, A. J. T. (Org.); ALMEIDA, F. G.; MARÇAL, M. S.; MACEDO, L. V.; ARAÚJO, L. A. **Impactos ambientais Urbanos no Brasil**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. 416 p.

CONTEL, F. B. As Divisões Regionais do IBGE no Século XX (1942, 1970 e 1990). **Terra Brasilis**, São Paulo, n. 3, ago. 2014. Disponível em: <<http://terrabrasilis.revues.org/990>>. Acesso em: 23 out. 2014.

CORRÊA, R. L. **Região e Organização Espacial**. 7. ed. São Paulo: Ática, 2000. 93 p.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A. CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 31. n. 1-2, 2010. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/institutogeologico/files/2012/03/31\\_3.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/institutogeologico/files/2012/03/31_3.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2015.

COSTA, J. J.; FONTES, A. L.; GIUDICE, D. S.; LIMA, A. S.; LIMA NETO, E. M.; OLIVEIRA, A. C. A.; RESENDE, W. X.; SANTOS, E. C. B.; SANTOS, M. M.; SANTOS, S. S. C.; SOUZA, H. T. R.; SOUZA, R. M. (Org.); SOUZA, R. R. **Território, Planejamento e Sustentabilidade**: conceitos e práticas. São Cristóvão: UFS, 2009. 234 p.

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. **Geologia Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: Virtual Book, 2003. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=790&sid=9>>. Acesso em: 28 set. 2013.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do Município de Garanhuns**. Recife: Virtual Book, 2005. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/peernambuco/relatorios/GARA064.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2014.

\_\_\_\_\_. **Geodiversidade do Brasil**. Rio de Janeiro: Virtual Book, 2008. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade\\_brasil.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_brasil.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2015.

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais; UFPE - Universidade Federal de Pernambuco. **Geologia da Folha Garanhuns**. SC-24-X-B-VI. [S.l.]: Virtual Book, 2008. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel\\_garanhuns.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel_garanhuns.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2013.

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. **Mapas Geodiversidade Estaduais**. Disponível: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1339&sid=9>>. Acesso em: 27 out. 2014.

\_\_\_\_\_. **Geodiversidade do Estado de Pernambuco**. Recife: Virtual Book, 2014. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/Geodiversidade\\_PE.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/Geodiversidade_PE.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2015.

DANNI-OLIVEIRA, I. M.; GONÇALVES, N. M. S.; MONTEIRO, C. A. F. (Org.); MENDONÇA, F. (Org.); **Clima Urbano**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2013. 192 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Brasil em Relevo**. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/pe/pe.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

FELGUEIRAS, C. A. **Modelagem Ambiental com Tratamento de Incertezas em Sistemas de Informação Geográfica**: o paradigma geoestatístico por indicação. [S.l.]: Virtual Books, 2001. Disponível em: <<http://mtc-m05.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/2001/08.03.12.35/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

FERREIRA, M. C. **Iniciação à análise geoespacial**: teoria, técnicas e exemplos para o geoprocessamento. São Paulo: Unesp, 2014. 343 p.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. [S.l.]: Virtual Book, 2005. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos\\_sm.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2015.

FINCH, V. C.; TREWARTHA, G. T. 3. ed. **Elements of Geography**: physical e cultural. New York: McGraw-Hill Book Company, 1949. 711 p.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 159 p.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128 p.

GENÚ, A. M. **Geoestatística Multivariada**. [S.l.] Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/tadeu/aline.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

GOIS, D. V.; BARBOSA, E.; SOUZA, H. T. R.; REIS, V. S.; ZOUZA, R. M. Uso de Espécie Fitointicadora como Subsídio ao Monitoramento de Mudanças Ambientais em Áreas Urbanas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 5, n. 4, jul./ago. 2012. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/399/314>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

GOIS, D. V.; FIGUEIREDO, M. L.; SOUZA, R. M. Análise bioclimática e vulnerabilidade social urbana em áreas verdes públicas de Aracaju, Sergipe. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 8, n. 3, dez. 2014. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/ateliê/article/view/19588/18080>>. Acesso em: 18 set. 2015.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 648 p.

GUERRA, A. J. T. (Org.); MARÇAL, M. S. (Org.). **Geomorfologia Ambiental**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 167 p.

GUERRA, A. J. T. (Org.); SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M.; JORGE, M. C. O.; POLIVANOV, H.; BARROSO, E. V.; GRAEFF, O. R.; SANTOS FILHO, R. D. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 247 p.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. Geomorfologia do Cotidiano - A Degradação dos Solos. **Revista Geonorte**, Amazonas, v. 4, n. 4, jun. 2012. Disponível em: <[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009\\_9%20-%20EIXO%20TEM%C3%81TICO%20GEOMORFOLOGIA%20E%20COTIDIANO.%20Prof%20Ant%C3%B4nio%20Jos%C3%A9%20Teixeira%20Guerra.pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/009_9%20-%20EIXO%20TEM%C3%81TICO%20GEOMORFOLOGIA%20E%20COTIDIANO.%20Prof%20Ant%C3%B4nio%20Jos%C3%A9%20Teixeira%20Guerra.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2016.

GUERRA, A. J. T. (Org.); JORGE, M. C. O. (Org.); BEZERRA, J. F. R.; RODRIGUES, C.; GOUVEIA, I. C. M-C.; LOUREIRO, H. A. S.; FERREIRA, S. M.; GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B.; NÓBREGA, R. S.; DUARTE, C. C.; MUEHE, D. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. Oficina de Textos, São Paulo, 2013, 192 p.

GUERRA, A. J. T. (Org.); CUNHA, S. B. (Org.); COELHO, M. C. N.; BRANDÃO, A. M. P.; VIEIRA, V. T.; OLIVEIRA, M. A. T.; HERRMANN, M. L. P.; GONÇALVES, L. F. H.; ALMEIDA, F. G.; MARÇAL, M. S.; MACEDO, L. V.; ARAÚJO, L. A. **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. 425 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <[http://www.inde.gov.br/images/inde/rpr\\_01\\_25fev2005.pdf](http://www.inde.gov.br/images/inde/rpr_01_25fev2005.pdf)> Acesso em: 07 set. 2015.

\_\_\_\_\_. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 22 dez. 2008.

\_\_\_\_\_. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 09 dez. 2012.

\_\_\_\_\_. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 jan. 2013.

\_\_\_\_\_. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=260600>>. Acesso em: 16 jan. 2014.

\_\_\_\_\_. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=31378>> Acesso em: 14 jan. 2014.

\_\_\_\_\_. **Geociências:** malhas digitais. Disponível em: <[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm)>. Acesso em: 14 jan. 2014.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Ortofoto da Poligonal Urbana de Garanhuns-PE em 1982**. ITERPE - Instituto de Terras e Reforma Agrária do Estado de Pernambuco, 2012.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 21 dez. 2013.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil.** Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso em: 22 jan. 2014.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens.** Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

JATOBÁ, L.; Bindes. Y. **A Regionalização da Natureza no Brasil:** Minicurso para professores da EMEB Anísio Vieira de Almeida Ramos. Cachoeiro de Itapemirim: Secretaria Municipal de Educação, 2014.

JENSEN, J. R. (Comp.). **Sensoriamento Remoto do Ambiente:** uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução EPIPHANIO, J. C. (Coord.); FORMAGGIO, A. R.; SANTOS, A. R.; RUDORFF, B. F. T.; ALMEIDA, C. M.; GALVÃO, L. S. 2. ed. São José dos Campos, 2009. 598 p.

KING, L. C. A. Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, abr./jun. 1956. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/RBG/RBG%201956%20v18\\_n2.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/RBG/RBG%201956%20v18_n2.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2015.

KLARC, A. E. **Água no sistema solo-planta-atmosfera.** São Paulo: Nobel, 1984. 408 p.

LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto.** Campina Grande: UNIDERP, 2007. 881 p.

MARCUZZO, F. F.N.; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D. Detalhamento Hidromorfológico da Bacia do Rio Mundaú. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11., 2011, Maceió. **Anais eletrônicos...** Maceió: CTEC, UFAL, 2011. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=81>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 13, n. 27, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.cgee.Org.br/parcerias/p27.php>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

MARTINELLI, M; PEDROTTI, F. A Cartografia das Unidades de Paisagem: questões metodológicas. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 1, v. 14, jan./dez. 2001. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47311/51047>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

MARTINELLI, M. **Mapas da Geografia e Cartografia Temática.** 6. ed. São Paulo: Contexto, 2011. 144 p.

MCid - Ministério das Cidades; IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de Riscos e Encostas e Margens de Rios**. [S.l.]: Virtual Book, 2007. Disponível em: <  
[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro\\_Mapeamento\\_Enconstas\\_Margens.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro_Mapeamento_Enconstas_Margens.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2014.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e clima do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MENEZES, P. M. L.; FERNANDES, M. C. **Roteiro de Cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 288 p.

MIN - Ministério da Integração Nacional. Para Pensar uma Política Nacional de Ordenamento Territorial. In: Oficina Sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial, 1., 2003, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: MIN, 2005. Disponível em: < [http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=3fc31d16-e5f7-46fb-b8cc-0fb2ae176171&groupId=24915](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=3fc31d16-e5f7-46fb-b8cc-0fb2ae176171&groupId=24915)>. Acesso em: 23 nov. 2015.

MORAES, A. C. R. **Geografia**: pequena história crítica. 20. ed. São Paulo: Annablume, 2003. 132 p.

MORAES, J. C.; OLIVEIRA, M. C. F.; COSTA, M. C. Regime Hidrológico do Rio Mundaú - Alagoas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14, 2006, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: SBMET, 2006. Disponível em: <  
[http://www.cbmet.com/edicoes.php?pageNum\\_Recordset\\_busca=15&totalRows\\_Recordset\\_busca=1006&cgid=14](http://www.cbmet.com/edicoes.php?pageNum_Recordset_busca=15&totalRows_Recordset_busca=1006&cgid=14)>. Acesso em: 25 jan. 2015.

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*. **ASTER Global DEM**. Disponível em: <<http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>>. Acesso em: 22 de jan. 2015.

OLIVEIRA, D. A. M. Discurso e Planejamento Urbano no Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, v. 2, n. 47, jul./dez. 2011. Disponível em: <  
<http://translate.google.com.br/translate?hl=ptBR&sl=es&u=http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica&prev=search>>. Acesso em: 23 abr. 2014.

OLEIVEIRA, R. G. **Arcabouço Geofísico, Isostasia e Causas do Magmatismo Cenozóico da Província da Borborema e de sua Margem Continental (Nordeste do Brasil)**. Natal: UFRN, 2008, 411 f.

OLIVEIRA, S. N.; JÚNIOR, O. A. C.; MARTINS, E. S. Identificação de Unidades de Paisagem e sua Implicação para o Ecoturismo no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 8, n. 1, jan./jun. 2007. Disponível em: <  
<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/88/81>>. Acesso em: 07 ago. 2013.

PNDU - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em: <  
[http://www.pnud.Org.br/IDH/Default.aspx?indiceAccordion=1&li=li\\_AtlasMunicipios](http://www.pnud.Org.br/IDH/Default.aspx?indiceAccordion=1&li=li_AtlasMunicipios)> . Acesso em: 22 out. 2014.



POLETTTO, E. R. Ordenamento Territorial no Brasil e a Promoção do Desenvolvimento Local: uma aproximação geográfica. **Ágora**, Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 1, jan./jun. 2008. Disponível em: <<http://online.unisc.br/seer/index.php/agora/article/view/1587/1099>> Acesso em: 10 mar. 2014.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 160 p.

PMG - Prefeitura Municipal de Garanhuns. Disponível em: <[www.garanhuns.pe.gov.br/wp-content/uploads/2014/11/lei-orgnicamunicipal-de-garanhuns.pdf](http://www.garanhuns.pe.gov.br/wp-content/uploads/2014/11/lei-orgnicamunicipal-de-garanhuns.pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2015.

PORTO, C. G.; PALMIERI, F.; LARACH, J. O. I.; FERNADES, N. F.; AMARAL, C. P.; PEREIRA, J. B. S.; ALMEIDA, J. R.; SERTEGARAY, D. M. A.; ROSS, J. L. S.; CUNHA, S. B. (Org.); GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia e Meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 394 p.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento Superficial**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2014. 87 p. ISBN 978-85-7269-154-3

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: Ambiente e Planejamento. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2012. 88 p.

ROSS, J. L. S. Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 4, jan./dez. 1985. Disponível em: <<http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/view/270/251>>. Acesso em: 08 jun. 2013.

SALES, T. **Agreste, Agrestes**: transformações recentes na agricultura Nordestina. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982. 196 p.

SANTOS, M. **Espaço e Método**. 3. ed. São Paulo, SP: Nobel, 1992. 88 p.

SANTOS, M. **Urbanização Brasileira**. São Paulo: HUCITEC, 1993. 155 p.

SANTOS, M. **O Trabalho do Geógrafo no Terceiro Mundo**. Tradução Sandra Lencioni. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2008. 144 p.

SANTOS, R. G. C. O Espaço em Kant e suas Influências na Definição do Conceito de Região em Alfred Hettner e Richard Hartshorne. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, n. 1, jan./jun. 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/549>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

SANTOS, E. J.; NUTMAN, A. P.; NEVES, B. B. B. **Idades SHRIMP U-Pb do Complexo Sertânia**: Implicações Sobre a Evolução Tectônica da Zona Transversal, Província Borborema. *Revista do Instituto de Geociências - USP*, São Paulo, v. 4, n. 1, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/guspspc/article/view/27388/29160>>. Acesso em: 22 mai. 2014.

SANTOS, M.; SOUZA, M. A. A.; SILVEIRA, M. L. (orgs.). **Território, Globalização e Fragmentação**. 4. ed. São Paulo: HUCITEC, 1998. 331 p.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil: Território e Sociedade no Início do Século XXI**. 9. ed. São Paulo: Record, 2006. 474 p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

SETTE, H. Origem e Evolução Urbana de Garanhuns. **Boletim Carioca de Geografia**, Rio de Janeiro, v.9, n. 1-2, p.37-48, 1956.

SILVA, B. B.; MENDONÇA, R. R. O.; SILVA, S. T. A.; FERREIRA, R. C. Mapeamento do Albedo de Áreas Heterogêneas do Estado do Ceará com Imagens Landsat 5, **Revista de Geografia**, Recife, v. 25, n. 2, mai./ago. 2008. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/176/103>. Acesso em: 05 abr. 2015.

SILVA, J. R. S. **Avaliação de Autocorrelações e Complexidade e Séries Climáticas no Brasil**. Recife: UFPE, 2014. 100 f.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. Métodos em Questão. **Instituto de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 1-49, 1977.

SOUZA, R. M. **Redes de Monitoramento Socioambiental e Tramas da Sustentabilidade**. São Paulo: Annablume, 2007. 266 p.

SRHE - Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos. Disponível em: [http://www.srhe.pe.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60:barragemcajueiroalevinos&catid=1:latest-news&Itemid=72](http://www.srhe.pe.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=60:barragemcajueiroalevinos&catid=1:latest-news&Itemid=72)>. Acesso em: 22 jun. 2015.

TCE - Tribunal de Contas do Estado. **Municípios com Operação Regular do Aterro Sanitário**. Disponível em: [http://www2.tce.pe.gov.br/internet/images/jdownloads\\_/Comparao\\_Destinacao%20Final%20de%20Residuos%20Solidos\\_2012-2013-2014\\_150814.pdf](http://www2.tce.pe.gov.br/internet/images/jdownloads_/Comparao_Destinacao%20Final%20de%20Residuos%20Solidos_2012-2013-2014_150814.pdf)>. Acesso em: 05 fev. 2016.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 97 p.

TROLL, C. A. Paisagem Geográfica e sua Investigação. **Espaço e Cultura**, Rio de Janeiro, n. 4, jun. 1997. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/espacoecultura/article/view/6770/4823>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

TROPMAIR, T. H.; GALINA, N. H. Geossistemas. **Mercator**, Fortaleza, ano 5, n. 10, jul./dez. 2006. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/69/44>>. Acesso em: 05 mar. 2014.

UBIRAJARA, C. R. C. **Região de Garanhuns-PE**: dinâmica sócio-espacial e a difusão da função turística. Recife: UFPE, 2001. 219 f.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística**: conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 216 p.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, G. T.; SOUZA, R. M. (Org.); SILVA, E. G.; SILVA, M. S. F. (Org.); MENDES, G.; OLIVEIRA, A. C. C. A.; BARBOSA, A. M. F.; REIS, V. S.; SANTOS, S. S. C.; NEVES, S. M.; GIUDICE, D. S.; GOIS, D. V.; FIGUEIREDO, M. L. F. G.; SILVA, L. C. S.; SILVA, J. H. F.; ARAÚJO, L. R. R.; SANTOS, C. O. **Conservação Ambiental e Planejamento Territorial**: desafios da gestão e da participação social. Porto Alegre: Redes, 2013. 204 p. ISBN 978-85-61638-55-9.